PROGRAMME COGNITIQUE Septembre 2002

- APPEL À PROPOSITIONS 2000 -

« LANGAGE ET COGNITION»

RAPPORT DE FIN DE RECHERCHE

Projet n° LACO 39

Titre du projet :

Langues des signes : analyseurs privilégiés de la faculté de langage ; apports croisés d'études linguistiques, cognitives et informatiques (traitement et analyse d'image) autour de l'iconicité et de l'utilisation de l'espace.

Durée du projet : 24 mois

Sous-thème(s) dont relève ce projet :

- Langue des signes
- Sémantique-syntaxe
- Lexique-morphologie
- Traitement de l'Image
- Notation et transcription de corpus

Responsable scientifique :

Nom et prénom CUXAC Christian
Fonction Professeur d'Université en Sciences du Langage
Organisme Université Paris 8 - UMR 7023
Adresse 2, rue de la Liberté, 93526 - Saint-Denis - Cedex
Téléphone 01 49 40 65 35
Télécopie 01 49 40 67 90
Mél ccuxac@univ-paris8.fr

Equipes partenaires :

Laboratoire	*Equipe*	*Coordonnées*
CAMS/Paris IV	LaLIC	96 bd Raspail - 75 006 Paris
LIMSI/CNRS	Geste et Image	Bat 508- Campus Universitaire 91 403 Orsay Cedex
IRIT	Traitement et Compréhension d'Image	Université Paul Sabatier 118 route de Narbonne - 31062 Toulouse Cedex

Organisme gestionnaire de l'opération : Université Paris 8

résumé signalétique

Résumé

Les analyses linguistiques des LS (langue des signes) sont particulièrement délicates à mener, car la transcription linguistique et l'étiquetage informatique des séquences vidéo se heurtent à des spécificités telles que la quadrimensionnalité du support et la simultanéité de paramètres sémiotiques (signes manuels, regard, mimique faciale, mouvements pertinents du visage et du corps). Par ailleurs, pour les chercheurs spécialisés en traitement d'image, l'analyse de séquences vidéo de signeurs en LS présente l'intérêt particulier de se pencher sur des images véhiculant un sens explicite, et produites en appliquant les règles d'une grammaire.
Notre projet, issu de la rencontre de ces disciplines, s'est élaboré en trois temps :
Recensement des différentes démarches d'analyse d'un corpus de LS, des formalismes existants ainsi que des environnements informatiques les mettant en œuvre.
Réalisation d'un corpus vidéo de locuteurs en LS inédit sur le plan international.
Construction d'un éditeur de partition permettant de visualiser et de manipuler des séquences vidéo de LS et de réaliser des transcriptions de ces vidéos selon des critères utiles à la fois aux linguistes et aux informaticiens.
Notre projet doit déboucher sur une automatisation partielle par traitement d'images.

Mots-clés

LSF (Langue des Signes Française)
Iconicité
Grammaire cognitive
Représentations spatiales
Traitement de l'image

Nombre total de participants au projet : 18
Chercheurs :
Sciences du Langage : 1
Informatique : 1

Enseignants-chercheurs et assimilés:
Sciences du Langage : 1
Informatique : 4

Doctorants et autres étudiants :
Sciences du Langage : 6
Informatique : 5

Nombre total d'hommes-mois : 114

SOMMAIRE

LISTE DES PARTICIPANTS

NOM et Prénom	Laboratoire	Discipline	Nombre de mois consacrés au projet.
Christian Cuxac	Sciences du Langage, Université Paris 8	linguistique	
Ivani Fusellier		id	
Nathalie Monteillard		id	
Marie-Anne Sallandre		id	
Gwénaëlle Jirou		id	
Annie Risler		id	
Fanch Lejeune	CAMS-LaLIC, université Paris 4 et LIMSI, CNRS, Orsay	informatique	
Annelies Braffort	LIMSI, CNRS, Orsay	informatique	
Annick Choisier		id	
Christophe Collet		id	
Rachid Gherbi		id	
Patrice Dalle	IRIT-TCI, université Toulouse 3	informatique	
Guillemette Jausions		id	
Boris Lenseigne		id	

1 Présentation de l’action LS-COLIN

Introduction

C’est dans le cadre de l’A.C.I. Cognitique 2000 « Langage et Cognition » qu’est né le projet LS-COLIN « Langues des signes : Analyseurs privilégiés de la faculté de langage; apports croisés d'études linguistiques, cognitives et informatiques (traitement et analyse d'image) autour de l'iconicité et de l'utilisation de l'espace ». Il regroupe des équipes des universités de Paris 8 (Sciences du langage), Paris 4 (CAMS-LaLIC), Toulouse3 (IRIT-TCI) et du CNRS (LIMSI). La responsabilité scientifique est assurée par Christian Cuxac, linguiste, professeur à l’université Paris 8.

1.2 Présentation de l'action LS-COLIN

1.2.1 Hypothèses sur la Langue des Signes

L'étude des langues des signes permet d'entrevoir au plus près ce qu'est une langue, en remettant en question les frontières habituelles de ce que nous considérons comme appartenant au domaine du "linguistique".

1.2.1.1 Le cadre théorique

Nous proposons une analyse linguistique des langues des signes, dont le principe fondateur est la théorie de l'iconicité définie par Cuxac [Cuxac, 1996 & 2000], elle-même inscrite dans une sémiologie plus générale. Cette théorie peut s'appliquer à toutes les langues des signes (LS) : les LS standardisées comme la LSF, mais aussi les autres langues comme la LSI (Langue des signes internationale), les langues de petites communautés de Sourds et enfin les langues des signes primaires mises au point par des Sourds isolés.

Dans cette théorie, il est essentiellement question de l'iconicité dite d'image, c'est-à-dire du lien de ressemblance formelle entre le signe et ce à quoi il réfère, dans le monde réel.
Ce type d'iconicité structure le lexique des langues des signes, et rend compte de la constitution des signes dits standard. Cependant, un autre type d'iconicité, diagrammatique, intervient de façon massive dans la structure syntaxique des énoncés en langue des signes. On note une ressemblance entre l'agencement des signes dans l'espace et le rapport des éléments dans l'espace de référence. Cette iconicité, qui n'est pas spécifique aux langues signées, trouve son origine au niveau langagier des représentations sémantico-cognitives. Elle n'est cependant plus autant perceptible dans les langues vocales [Haiman, 1985] du fait de l'obligation de linéariser l'énoncé oral. Au contraire, elle se maintient selon certaines règles en langues signées du fait de leur expression dans une modalité gestuelle spatio-temporelle.

Nous savons grâce aux travaux de Goldin-Meadow, Yau, Fusellier-Souza que des personnes sourdes vivant en milieu entendant ou vivant en petites communautés ont mis en œuvre des stratégies communicationnelles fondées sur un processus d'iconicisation de l'expérience perceptivo-pratique. Celui-ci est à l’origine de toutes les langues des signes pratiquées dans le monde, quel que soit leur statut institutionnel. De ce fait, ces langues constituent aujourd'hui un terrain d'observation privilégié des faits synchroniques concernant la sémiogénèse

(formation de signes ou de systèmes de signes par une communauté linguistique donnée) des langues.
Dans cette perspective sémiogénétique, la bifurcation postulée par Cuxac [Cuxac, 2000] détermine deux pôles qui coexistent et entre lesquels le va-et-vient est constant, dans tous types de discours. On a d'une part la grande iconicité, traces structurales d'une visée illustrative (ou iconicisatrice) de l'expérience vécue, qui donne à voir tout en disant, d'autre part les signes standard, sans visée illustrative. C'est par ces deux grands axes qu'une grammaire de la LS peut être établie.
Il est étonnant d'observer que les langues des signes naturelles utilisent des structures autant syntaxiques que sémantiques présentant un grand degré d'iconicité. Ainsi, on peut exprimer des idées complexes sans recourir au lexique standard. Cependant, il est intéressant d'analyser à quel moment du discours les signes standard sont nécessaires et inversement, et dans quels cas la grande iconicité est obligatoire (par exemple dans le cas d'énoncés absurdes qui ne peuvent être traduits que par un transfert personnel) ; on cite souvent l'exemple de Cuxac [1996] "le chocolat mange le garçon".
Nous tentons de démontrer que ces structures de grande iconicité, trop souvent considérées comme de la pantomime, sont bien des éléments linguistiques et constituent même la démonstration la plus subtile et la plus convaincante de ce qu'est une langue. Elles sont quasiment identiques d'une langue des signes à l'autre, ce qui permet une intercompréhension rapide entre des signeurs de nationalités différentes.
Toutefois, aucune étude systématique n'ayant encore été menée sur ces structures, des questions fondamentales demeurent.

Les grammaires cognitives apportent un cadre d'analyse pertinent à tous les niveaux d'analyse de la LS. Ces grammaires offrent effectivement des points de vue intéressants sur une langue iconique et spatiale. Elles nous permettent d'envisager l'iconicité pour les langues orales donc a fortiori pour les langues gestuelles. Elles envisagent le passage du cognitif au linguistique en trois niveaux, cognitif, langagier et de la langue. Aux deux premiers niveaux se réalisent des opérations de représentation, cognitives et langagières communes à toutes les langues. Chaque langue détermine son propre système, à travers son lexique et sa syntaxe, mais les opérations langagières sont toujours du même type. Une langue gestuelle peut s'inscrire dans un tel modèle. Enfin, et surtout, ce modèle recours à un vocabulaire abstrait topologique et spatial pour formaliser les opérations langagières, ainsi qu'à des schématisations qui rappellent fortement l'agencement des signes dans l'espace de signation. On peut mettre en évidence en LSF une construction de l'espace du même ordre que les constructions envisagées par les grammaires cognitives : repérages, orientation de la relation prédicative, positionnement de l'espace par rapport au signeur.

1.2.1.2 Sur l'apport du traitement d'image

Les recherches menées en France sur la LS tant en linguistique qu'en informatique, ont ceci en commun qu'elles exploitent des données réelles de terrain en s'appuyant sur des corpus d'images vidéo. Cette démarche, nécessaire à l'analyse de la LS, est néanmoins délicate à mener, car elle nécessite la réalisation d'une transcription (linguistique) ou étiquetage (informatique) des séquences vidéo, en tenant compte de divers aspects :

- la quadrimensionnalité du support ;
- la prise en compte simultanée de paramètres sémiotiques tels que les gestes, le regard, la mimique faciale ainsi que les mouvements du visage et du corps ;
- la difficulté du maniement de systèmes de transcription tenant compte de tous ces effets de sens ;

- l'inadaptation des rares logiciels d'aide à la transcription (quand ils sont accessibles) de documents vidéos.

Cette transcription rend le travail d'analyse extrêmement long et fastidieux.
Un domaine de recherche particulièrement intéressant concerne l'élaboration de systèmes informatiques dédiés à la LS, dont le but est de faire de l'analyse, de la reconnaissance ou de la génération automatique. Dans le cadre de notre étude, nous utilisons des caméras vidéo, qui permettent de capter les mouvements des mains, mais aussi du buste, les expressions faciales ainsi que le regard. Les séquences d'images ainsi enregistrées servent de support aux études informatiques notamment dans le domaine du traitement d'images.

Pour les chercheurs spécialisés en traitement d'image, l'analyse de séquences vidéo de signeurs en LS présente un intérêt particulier :

- C'est un des rares cas où l'image véhicule un sens explicite, où elle est produite avec une intention de communication et où les mouvements sont produits en respectant les règles d'une grammaire (contrairement aux scènes habituellement traitées en vision par ordinateur). De ce fait, on peut exploiter cet aspect sémantique et cette base linguistique pour introduire de nouveaux mécanismes d'analyse, de représentation et de reconnaissance (choix des primitives visuelles, analyse multi-niveaux, prédiction pilotant l'analyse, etc.).
- De plus, l'étude des relations spatiales et la conception d'outils d'interaction portant sur l'organisation spatiale, sont des éléments essentiels qui peuvent êtres ré-exploités dans le cadre de systèmes d'Interaction Homme-Machine (IHM), ou dans celui d'IHM de système d'interrogation d'images ou de construction de scènes.

1.2.2 Objectifs de l'action

Nous croyons qu'une recherche croisée de la linguistique et de l'informatique peut nous apporter des réponses intéressantes concernant le fonctionnement interne des langues des signes. La technologie informatique peut formuler une modélisation de paramètres qui pourrait valider l'hypothèse de la bifurcation fonctionnelle prédite par C. Cuxac. Concernant la recherche sur l'espace en LSF, le recours à l'analyse d'image peut s'intégrer de deux manières : d'une part afin de mettre à l'épreuve les paramètres formels dégagés, qui ne sont pas de type phonologique mais morphémique ; d'autre part, afin d'objectiver la construction de l'espace telle qu'elle est réalisée dans un énoncé, par la mise en relief des portions d'espace pertinisées, et des relations entre les espaces topologiques.

Pour réaliser cette étude nous avons dans un premier temps confronté nos approches de l'analyse de corpus vidéo sur la LS. Nous avons ensuite défini les objectifs suivants :

- Extraire des primitives signifiantes de séquences vidéo utiles pour la reconnaissance et l'interprétation tant au niveau linguistique qu'au niveau informatique ;
- Trouver et quantifier des structures dans une séquence d'image (événements périodiques, configurations...) ;
- Mettre au point un système de transcription manuel à partir de vidéo numérique adapté aux besoins des linguistes et des informaticiens en tenant compte des différentes approches.

Rappel des enjeux et objectifs fixés à l'origine

L'apport croisé des recherches en linguistique et en informatique doit permettre de créer de nouveaux outils pour l'analyse du fonctionnement interne des langues des signes (LS) et leur traitement automatique.

Les modèles informatiques de reconnaissance des formes et de traitement d'image permettent d'extraire d'un corpus vidéo des paramètres pertinents pour la compréhension des LS. Ils contribuent à une validation et à une formalisation de modèles linguistiques concernant l'iconicité et l'espace en LS.
L'iconicité des messages fonctionne comme analyseur cognitif. On sera amené :

- à affiner l'inventaire des structures dites de "grande iconicité" définies par Cuxac (2000);
- à modéliser la manière dont peu à peu, un large vocabulaire standard a pu émerger du processus d'iconicisation initial;
- à vérifier, à partir de productions de locuteurs sourds en LSF, ainsi qu'à partir de créations gestuelles des sourds isolés, certaines des hypothèses des grammaires cognitives, en particulier l'expression complémentaire des primitives spatiales et non spatiales issues des représentations sémantico-cognitives dans les énoncés en LS.

Concernant la recherche sur l'espace en LSF, le recours à l'analyse d'image peut s'intégrer de deux manières :

- mettre à l'épreuve les paramètres formels dégagés, qui ne sont pas de type phonologique mais morphémique ;
- mettre en évidence la construction de l'espace telle qu'elle est réalisée dans un énoncé, par la mise en relief des portions d'espace pertinisées, et des relations entre les espaces topologiques.

Les modèles linguistiques découlant de cette étude, serviront de base à l'élaboration de systèmes informatiques pour le traitement et la reconnaissance de langues des signes à partir d'images captées par caméra vidéo.

Nous avons dans un premier temps confronté nos approches sur les différentes démarches d'analyse d'un corpus vidéo de LS. Nous avons ensuite défini les objectifs suivants :

- extraire des primitives signifiantes de séquences vidéo utiles pour la reconnaissance et l'interprétation tant au niveau linguistique qu'au niveau informatique ;
- trouver et quantifier des structures dans une séquence d'image (événements périodiques, configurations...) ;
- mettre au point un outil de transcription automatisé à partir de vidéo numérique adapté aux besoins des linguistes et des informaticiens en tenant compte des différentes approches.

Dans un deuxième temps, notre objectif était de trouver un mode de transcription commun aux linguistes et aux informaticiens qui permettrait :

- de passer entre les niveaux (du formel au signifié)
- de guider, cibler voire anticiper les traitements d'images (prédiction-vérification).

2 État de l'art et démarche retenue

Les langues des signes, par la quadridimensionnalité dans laquelle elles s'inscrivent et la simultanéité d'information dont elles procèdent, sont difficilement analysables. Les systèmes de transcription, le plus souvent manuels et mis au point par les chercheurs en fonction des phénomènes linguistiques qu'ils souhaitent étudier, se révèlent peu satisfaisants.
En préalable à un premier travail de transcription réalisé par les membres de chaque laboratoire participant au projet LS-COLIN afin de définir un cadre de recherche commun, un récapitulatif des différents systèmes de notation existants a été fait.

2.1 *Relevé des différents systèmes d'écriture et de transcription existants*

2.1.1 Les systèmes de notation manuels

- **Roch-Ambroise Bébian**. La plus ancienne tentative connue de notation d'une langue des signes date du XIXe siècle. En 1825, **Roch-Ambroise Bébian**, professeur français spécialisé dans l'enseignement des Sourds, écrit 'Mimographie', ouvrage dans lequel il propose une description de la LSF en moins de 200 symboles, en prenant en compte la mimique faciale, la description de la forme des mains etc.… Ce système, pourtant précurseur, n'a pas été exploité, un congrès international réunissant des partisans de l'oralisme s'étant tenu à Milan en 1880 et ayant préconisé, pour des raisons essentiellement politiques et religieuses, l'interdiction de la langue des signes dans les milieux éducatifs. Cela mit fin, pour des décennies, à toute recherche sur les langue des signes, et, partant, à toute tentative de transcription de ces langues.
- **William Stokoe**. Ce n'est qu'au début des années 1960 que s'amorce un regain d'intérêt pour les langues des signes et qu'on voit réapparaître, aux Etats-Unis, un nouveau système d'écriture, mis au point par le linguiste **William Stokoe**. Ce dernier, dont le but était de démontrer la double articulation de l'ASL (American Sign Language) afin de la faire accéder au rang de langue du monde, évacue l'iconicité de ses recherches car considérée par lui comme non pertinente et appelée à disparaître. Il établit, en se basant sur les travaux de Bébian, que les signes ne sont pas des gestes holistiques, mais sont décomposables en une configuration, une orientation, un emplacement et un mouvement, paramètres auxquels il donne le nom de 'chérèmes', équivalents gestuels des phonèmes des langues orales. Ce système de transcription élaboré par Stokoe comporte 55 symboles représentant 55 chérèmes, et sera utilisé pour la réalisation d'un dictionnaire paru en 1965, comportant plus de 3000 entrées. Toutefois, cette transcription phonologique des signifiants de l'ASL présente l'inconvénient de ne noter que les gestes, car on pensait à cette époque que l'essentiel des effets de sens ne passaient que par les signes. Outre le fait de rejeter l'iconicité 'hors langue', et donc de passer à côté d'une des caractéristiques constitutives des langues des signes, il ne prend pas en compte la mimique faciale, et laisse de côté le regard, paramètres pourtant déterminants pour la construction du sens.
- **Paul Jouison**. Éducateur spécialisé de formation, Paul Jouison rencontre le monde des Sourds au début des années 70, et met au point un système d'écriture de la LSF, baptisé D'SIGN (le D est là pour « discours »), qui n'a pas pour but de décrire la forme visuelle des signes, mais de restituer leur dynamique de production. Jouison se place en effet dans une perspective énonciative et discursive. Il distingue d'abord l'orientation du regard et l'action du visage, et souligne ensuite l'importance de la localisation (ou orientation) du signe par rapport au corps du signeur. Jouison élabore aussi un classement des configurations manuelles selon une logique interne, qui les rend iconique, auxquelles il faut ajouter un élément supplémentaire, qui correspond à peu près aux classificateurs de formes (proformes). Enfin, le dernier paramètre retenu est le mouvement global du corps qui, comme le regard, aura un rôle important dans la cohésion de l'énoncé. Globalement, ce système témoigne d'une grande précision et d'une observation minutieuse des paramètres gestuels. Mais sa complexité le rend difficilement utilisable par un chercheur non averti, et rend peu gérable la transcription de séquences entières de récits.
- **Le système HamNoSys** (Hambourg Notation System). Élaboré en Allemagne par un groupe de chercheurs sourds et entendants, commencé au début des années 70, il reprend les quatre paramètres retenus par Stokoe, auxquels il ajoute la mimique faciale. Il se distingue du système précédent car il adopte une démarche plus phonétique (description

de l’ensemble des phénomènes concourant à la réalisation d’un signe) que phonologique (approche distinctive visant à mettre en évidence un inventaire de chérèmes). De plus, le classement des configurations de la main obéit à des critères fonctionnels et articulatoires. Ce système est iconique, alors que celui de Stokoe est surtout dactylologique, et les caractères de transcription d’HamNoSys, idéographiques, permettent un décodage rapide. Un logiciel informatique, regroupant tous les symboles, existe depuis 1989. Mais leur trop grand nombre (on recense environ 500 symboles) rend leur mémorisation très difficile et ce système ne satisfait pas, en définitive, des conditions optimales de lisibilité.

- **La transcription en partition**. Elle se met en place au début des années 80, et est aujourd’hui largement utilisée par la communauté linguistique internationale. Elle vise l’analyse du discours et fait apparaître la simultanéité ainsi que la corrélation structurelle entre les paramètres de chaque signe. Les explications relatives aux différents paramètres sont données dans la langue du chercheur et en désignent, selon les paramètres considérés, la face signifiante (par exemple pour le regard, les mouvements du visage, mouvements de la bouche…) ou la face signifiée (ainsi pour la mimique faciale, dans la mesure où il est impossible d’établir un système lisible qui rendrait compte de tous les muscles du visage entrant en jeu pour telle ou telle expression). En ce qui concerne les signes standard, ils sont écrits entre crochets, le mot inscrit ne devant en aucun cas être associé au signifié du signe, ni même véritablement à son sens, mais plutôt à l’invariant signifiant de ce signe, auquel on associe une fois pour toute tel mot de la langue orale considérée.

2.1.2 Les systèmes de notation informatisés

Les années 90 voient l’émergence, dans divers pays, de différents systèmes informatisés de transcription et d’écriture des langues des signes.

- **Sync Writer.** La première version de ce programme allemand de transcription pour MAC date de 1991. La seconde version, plus élaborée, paraît en 2000. Elle utilise le procédé de transcription en partition en adoptant le champ classique des classifications linguistiques, et intègre le système HamNoSys. Doté de pistes configurables, ce programme permet l’inclusion d’un support d’images au moyen de Quick Time.
- **Sign stream.** Ce programme, qui s’inscrit dans un vaste projet de recherches linguistiques sur l’ASL entrepris par les universités de Boston et de Gallaudet (Washington), constitue un outil de gestion pour une base de données informatisée complète des signes de cette langue. Il reprend le concept de transcription du paradigme gestuel sous forme de partition se déroulant dans le temps, et présente aussi l’intérêt d’intégrer des images vidéo numérisées au-dessus de chaque segment transcrit. Toutefois, ce système est incomplet car il ne prend en compte ni la mimique faciale, ni la direction du regard dans l’analyse.
- **Sign Writing**. Ce système propose une ‘écriture’ des langues des signes. Il est issu, au départ (1974), du Dance Writing, et s’inscrit dans un système plus général de notation et d’écriture du mouvement (Sutton Mouvement Writing & Shortland). Utilisé essentiellement, lors de sa création, pour la transcription d’enregistrements vidéo destinés à la recherche, ce système a beaucoup évolué et il existe aujourd’hui plusieurs axes d’application, dont on retiendra□a) le développement d’une forme d’écriture des Langues des Signes, applicable dans l’enseignement de ces langues (tant en primaire que dans le secondaire)□b) l’écriture et la lecture de contes en Langues des Signes□c) la préservation du registre théâtral des LS sous forme écrite.
- **SignPS**. Issu du projet européen TIDE (Technology Initiative for Disabled and Elderly People-1994-1997), ce moyen de notation, utilisable par les chercheurs et par le grand public, possède son codage propre, et permet la reconstitution de signes isolés.
- **Sign Synthesis**. Inspiré de l’analyse de la synthèse de la parole, le projet SignSynth est développé par le Département de Linguistique de l’Université du Nouveau-Mexique.

C’est un système d’analyse phonologique qui associe à une image de synthèse les paramètres (configuration, orientation, emplacement et mouvement) étudiés par Stokoe.

- **Kheiros**. Conçu par Alexandre Bonucci (université de Lyon 2), dans le cadre de sa thèse de doctorat, Kheiros constitue une base de données d’entrées lexicales de la LSF, basée sur une analyse phonologique et une indexation figurative des signes.

2.2 Les transcriptions réalisées dans le cadre de LS-COLIN

Une fois présenté cet état des lieux des systèmes existants, nous avons décidé de soumettre aux participants ayant déjà réalisé, dans le cadre de leurs travaux, la transcription d’une langue des signes, un court passage du conte Blanche Neige, signé en LSF, à transcrire, afin d’appréhender les intérêts de chacun et de définir les possibilités d’un travail commun, et les bases sur lesquelles il devait être mené.
Ce travail a été réalisé entre décembre 2000 et mars 2001. La séquence à transcrire, la même pour tous, durait 17 secondes environ. On n’en reportera ici qu’une infime partie, afin de mettre en exergue les préoccupations de chacun et les critères de segmentation retenus.

Transcription n°1

Fanch Lejeune (doctorant en co-direction LIMSI (Orsay) et Paris IV).

Situation	Situation 1	
Nature de la situation	Mouvement par rapport à un repère : "descendre d’un cheval"	
Informations sur les entités	md : locatif - config ‘main plate’ -> cheval MD : config ‘V’- "jambes" -> prince	
Phases saillantes de la situation		
Description de ces phases	main dominante sur main dominée	main dominante à coté main dominée
Information cinématique	mouvement vers le bas de la main dominante depuis main dominée	
Informations dynamiques	mimique : ‘soutenue’ / mouvement du buste vers la gauche	
Autres informations	Regard :’ devant’	

Transcription n°2

Annie Risler (post-doctorante. Paris 8)

	ALORS	JE DESCENDS DE CHEVAL
Corps	mouvt tête	mouvt des épaules qui accompagne les mains
Regard	Vague	vague, devant
mimique	Résolu	contrôle d'action
Mains		D descend de G
D		class "jambs"
G		class. base vertical

Transcription n°3

Gwénaëlle Jirou (DEA, Paris 8)

<u>Segment 1</u>⊡03''⊡24''' <u>Segment 2</u>⊡03''⊡92'''

N° séquence	1	2
Durée de la séquence	02:56	00:68
SIGNES	descendre (de cheval)	marcher
Main dominante	personnage -----------------------------------	jambes --
Main dominée	TF: cheval (locatif) ---	
2 mains		
Transferts	TS --	
Regard	vers mains	vers caméra--
Mvts de tête	en arrière	face --
Mimique faciale	Assertive	décidée (lèvres serrées et étirées)
Mvts du corps	haussement d'épaules figurant l'effort	balancement de la marche ---------------------------------------
Traduction en Français	*Le personnage (le prince) descend de cheval. Il marche.*	

Transcription n°4

Marie-Anne Sallandre (Doctorante, Paris 8)

Regard	face ________________________________
- Do	(2 jambes) descendre du cheval - faire qq pas
Signes manuels – 2	
- Dé	locatif: cheval __________________________
type de transferts	TS _________________________________
mimique faciale	bouche plissée: intriguée et résolue ____________
orientation du corps	face ________________________________
Traduction française	Poussé par la curiosité, il descendit de cheval

Transcription n°5

Ivani Fusellier-Souza (Doctorante Paris 8)

Fragment : 1	1c	1d	1f
Images Direction des mouvements			
Regard	_______________	Vers le locatif	Vers la camera
Main dominante	Début de transfert de forme : " emplacement des jambes du personnage "	TS: début du déplac. De líactant	TS : déplac. De líactant vers le sol.
Deux mains	.	.	.
Main dominée	Début du locatif (Cheval)	Locatif : cheval	Locatif : cheval
Mimique faciale	Résultative, prise de décision	résultative, décidé	résultative, décidé
Mouvement de la tête	Penchée complètement en arrière	Redressé	En face
Mouvement de la bouche	Lèvres serrées et contractées [mm]	_______________	_______________
Mouvement de la partie supérieure du corps	Légèrement penché en arrière	Droit, en face	Balancement des épaules vers la droite
Traduction approchée	*descendre de son cheval.*		

Transcription °6

Nathalie Monteillard (DEA, Paris 8)

	b
Regard	Vers MD puis vers un point sur la gauche (endroit d'où provient la voix)
MD	**descendre de cheval**
2M	
Md	**locatif** (cheval)
Mimique faciale	espiègle
Mouvement de la tête	revient de face
Mouvement de la bouche	lèvres pincées et étirées (rictus à G)
Mouvement de la partie supérieure du corps	aucun
Dynamique Enonciative	Double Transfert

Traduction : (**b**) Il descend de cheval.

Transcription n°7

Annelies Braffort (Maître de Conférences, LIMSI) transcription des configurations
Christophe Collet (Maître de Conférences, LIMSI) transcription du regard
(Remarques préalables nos transcriptions habituelles comportent des données numériques fournies par nos systèmes de capture (gant ou caméra) ainsi que des données symboliques associées à ces données, que nous ne pouvons donc pas fournir sur la séquence Blanche-Neige).
Les parties A et B contiennent les transcriptions de type symbolique relatives aux configurations des mains dominante et dominée. La partie C contient la transcription de type symbolique relative au regard.
Nous avons segmenté la séquence vidéo en utilisant les numéros d'images.

A. Transcription des configurations

1. Mode d'emploi de la transcription :

Chaque ligne définit une zone de la séquence d'images durant laquelle la configuration est constante. Elle est décrite par la séquence : " description de la configuration " " numéro d'image"

- La description de la configuration est donnée par un terme classique (pince, main plate…), un chiffre ou une lettre (5, s…) ou un terme lié au contexte (jambe, jambe bouge).
- Le numéro est celui de la 1ère image de zone.

Notation :

- Transition = zone de co-articulation entre 2 zones pour lesquelles la configuration est constante

Liste des descriptions utilisées :

- pince, jambe, jambe bouge, main plate, angle, s, n, 5, o, index, 2, neutre

  Exemple :

```
•  pince 1
transition 2
jambe 39
...
```

Lecture de l'exemple :

« On observe une configuration " pince " dans l'image 1, puis une configuration de " transition " de l'image 2 à l'image 38, puis une configuration " jambe " de l'image 39 à l'image ... »

2. Transcription pour la main dominante

Pince	1
Transition	2
Jambe	39
jambe bouge	87
Transition	109
main plate	116
Transition	123

3. Transcription pour la main dominée

Neutre	1
Transition	31
main plate	39
Transition	123

B. Transcription du rapport entre les deux mains

1. Mode d'emploi de la transcription

Chaque ligne, sauf la dernière, définit une zone de la séquence d'images durant laquelle le rapport entre les deux mains est constant.
Elle est décrite par la séquence : "□description du rapport□ "□numéro d'image ".

- La description du rapport est donnée par une périphrase (md glisse sur MD).
- Le numéro est celui de la 1ère image de zone. □

Notations□

`md` = main dominée
`MD` = main dominante
`transition` = zone de co-articulation, entre 2 zones pour lesquelles le rapport entre les 2 mains est constant

Liste des descriptions utilisées :

- 1 main (si une seule main), md glisse sur bras MD, 2 mains symétriques, MD au dessus md, 2 mains se touchent, 2 mains asymétriques

Exemple :

```
1 main 1
transition 32
md glisse sur bras MD 43
...
```

Lecture de l’exemple :

« On observe une seule main de l'image 1 à l'image 31, puis une "transition" de l'image 32 à l'image 42, puis la md glisse sur le bras de la MD de l'image 43 à l'image ... »

2. Transcription

1 main	1
transition	32
md glisse sur bras MD	43
transition	102
2 mains symétriques	123

C. Transcription du regard

1. Mode d'emploi de la transcription

Chaque ligne, définit une zone de la séquence d’images durant laquelle le regard est constant. Elle est décrite par la séquence : "description du regard" "couple de 2 numéros d’image ".

- La description du regard représente soit la direction (gauche, face, ...), soit le fait que les yeux sont fermés (ferme).
- Les numéros d'images décrivent un intervalle (1ère image de la zone ; dernière image de la zone)

Liste des descriptions utilisées :

- Gauche, ferme, face, bas-gauche, face-plisse

  Exemple :

```
Gauche 1-6
ferme 7-46
face 47-51
```

Lecture de l’exemple :

« La narratrice regarde à gauche de l'image 1 à l'image 6, puis elle ferme les yeux de l'image 7 à l'image 46, regarde en face de l'image 47 à l'image 51, ... »

2. Transcription

Gauche	1-6
ferme	7-46
face	47-51
Gauche	52-54
Face	55-58
Gauche	59-59
Bas-Gauche	60-61
Face	62-101
ferme	102-103
Face	104-109
ferme	110-114
face	115-172

2.3 Conclusion

La confrontation de ces différents modes de transcription attestait que, si les linguistes avaient tous choisi une édition en portée, en revanche le versant informatique exposait une analyse notoirement différente. De plus, les différentes partitions révélaient des voies différentes de prise d'indices. Il était par conséquent difficile, étant donnée l'hétérogénéité de ces différentes versions, de s'entendre et de trouver une base commune de recherche, à moins d'envisager la mise au point d'un éditeur de partition qui servirait aux linguistes à l'analyse des langues de signes, et constituerait, pour les informaticiens, un outil pour la communication homme/machine.

Une réunion était donc nécessaire afin d'établir conjointement une grille d'analyse, qui servirait de base aux informaticiens pour la création de cet éditeur.

2.4 Grille d'analyse (valable pour un monologue)

<table>
<tr><th colspan="3">Niveaux</th><th>Définitions</th><th>Indices de segmentation</th></tr>
<tr><td colspan="3">Discours</td><td>interaction/thème</td><td>changement de thème</td></tr>
<tr><td colspan="3">Enoncés</td><td>cohérence sémantique et syntaxique</td><td>changement d'actant, de plan, suppression d'actant,
clignement de paupières, cht direction regard</td></tr>
<tr><td colspan="3">Mimique</td><td>point de vue du signeur/discours</td><td>croisement regard/ «oui» x3
dictum (le fait) / modus (comment c'est dit)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">unités signifiantes</td><td rowspan="2">Signe</td><td>Syntagme</td><td>cohérence syntaxique d'un groupe de morphèmes</td><td>clignement de paupières (pas toujours)
pic de tension musculaire sur noyau prédicatif</td></tr>
<tr><td>Morphème</td><td>pas de cohérence syntaxique : signes standards</td><td>pauses</td></tr>
<tr><td>paramètres</td><td>Morphèmes liés</td><td>niveaux des paramètres.
ex: emplacement tête = activité cérébrale</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">unités non signifiantes</td><td colspan="2">Phonétique</td><td>description articulatoire des paramètres</td><td>modification de la configuration, changement d'emplacement</td></tr>
<tr><td colspan="2">Prosodie</td><td>rythme: long, bref, répétitions, tension</td><td></td></tr>
</table>

3 Conception et élaboration du corpus

L'objectif était de réaliser un corpus qui permette pour les linguistes de mettre en évidence l'iconicité de la langue des Signes (grammaire spatiale) et d'apporter un support de haute qualité pour les informaticiens en traitement de d'image.
La LSF étant une langue naturelle et non un artefact, il fallait donc définir des énoncés avec des structures différentes pour faire émerger la langue dans ses multiples composantes. Nous avons donc varié les genres discursifs afin de constituer un éventail des langages possibles récits complets à partir d'images (histoire du *Cheval,* de l'*Oiseau*), discours en interaction, argumentation, etc.
La production de ces énoncés par des informateurs d'âge, sexe, profession et origine régionale très différents et une grande liberté dans leurs productions étaient un gage de qualité du contenu de ce recueil. Ceci a impliqué de la part des chercheurs un échange constant avec des locuteurs natifs de la langue des signes participant activement à cette réalisation.
Dans le cadre d'une convention avec l'INJS (Institut National des Jeunes Sourds) de Paris, l'enregistrement, sous la maîtrise des techniciens du studio Photo et Vidéo (eux-mêmes pratiquant la LSF), réunissait les meilleures conditions d'accueil et de liberté d'expression pour nos informateurs.
L'enregistrement sur vidéo numérique permettant un arrêt sur image précis et assurant une bonne portabilité était le meilleur support actuel pour la réalisation de ce corpus.
Les séries de critères définis pour être étudiés (orientation du regard, position du corps, de la tête et des épaules, mimique faciale…) nous ont conduits, après plusieurs essais, à un enregistrement avec 3 caméras qui permet la prise en compte simultanée de tous ces paramètres linguistiques.
Un montage des trois vues différentes sur le même film est en cours de réalisation.
Ce corpus vidéo sera transféré sur des supports différents VHS, CD et DVD, en fonction des utilisateurs potentiels.

3.1 Spécifications de réalisation

3.1.1 Les locuteurs

Le recrutement de locuteurs sourds adultes présentant une variété sociolinguistique maximale et une bonne compétence en langues des signes a eu lieu par différents moyens (mailing, fax, SMS,..) et supposait une bonne connaissance de la communauté des Sourds français. Il a été effectué sur une période de trois mois par les deux doctorantes en linguistique de la LSF de Paris 8 qui ont contacté environ 35 personnes. Finalement, 13 personnes ont répondu positivement. Le temps dévolu à l'établissement des dossiers pour le défraiement de ces personnes n'est pas non plus à négliger. En effet, nous avons constaté que le défraiement de locuteurs participant à un enregistrement audio ou vidéo n'est actuellement pas une pratique institutionnalisée (et donc facilitée) dans les Universités françaises. Une fiche d'engagement (*Annexe 1*) nous permettant de nous assurer du droit des images sur les films produits a été signée par chaque intervenant, ce qui nous met en règle vis-à-vis de la loi sur la propriété intellectuelle et nous autorise à reproduire et diffuser notre corpus dans un cadre précis.

3.1.2 Les techniques d'acquisition

Des essais d'enregistrement ont été effectués à l'INJS le 26 octobre 2001. Le but était de déterminer les conditions idéales d'éclairage, de positions de caméra qui devaient convenir à

la fois aux linguistes pour la compréhension de la LSF et aux informaticiens pour l'analyse des images. Nous en avons retenu la configuration suivante□

- 3 caméras numériques professionnelles, une de face en plan américain, une de face en contre plongée située à 2 m devant le locuteur et à 0m75 de hauteur, la dernière au-dessus du locuteur.
- Eclairage maximum□6 projecteurs avec des réflecteurs de part et d'autre du locuteur permettant de minimiser au maximum les ombres.
- Un fond bleu, sur lequel les locuteurs portant un vêtement noir à manches longues viendraient se détacher.
- La synchronisation des 3 caméras serait assurée par un flash.

3.2 Réalisation□

L'enregistrement a eu lieu les 11 et 12 janvier 2002 à l'INJS de Paris avec les personnes suivantes□

- les techniciens du studio Photo et Vidéo□Stéphane MANGAUD et Grégory GONZALEZ.
- En présence des équipes participant au projet□
  - Pour les Sciences du langage de l'Université Paris 8□Marie-Anne SALLANDRE, Ivani FUSELLIER et Gwenaëlle JIROU (vendredi)
  - Pour le LIMSI□Annick CHOISIER, □Christophe COLLET (vendredi) et Fanch LEJEUNE (vendredi après-midi)
  - Pour L'IRIT□Boris LENSEIGNE

3.2.1 Ces journées ont été organisées par□

Marie-Anne SALLANDRE et Ivani FUSELLIER du département des Sciences du Langage de l'Université Paris 8 pour le recrutement des signeurs, l'élaboration des consignes et du protocole expérimental, et l'établissement des dossiers pour le paiement des signeurs.
Annick CHOISIER et Christophe COLLET du LIMSI pour les aspects matériels□achat et gestion des différents formats de cassettes vidéo, convention avec l'INJS, droits des images…

3.2.2 Conditions techniques□

Nous avons adopté l'option maximale des conditions définies le 26 octobre 2001, c'est-à-dire 3 caméras, un fond bleu et un très fort éclairage (voir *photo 1*).
La caméra 1 une SONY DVCAM située à 5 m face au signeur, et à une hauteur de 1m60 filmait la personne en plan américain,
La caméra 2 une SONY mini DVCAM située à 2m55 face au signeur et à 0m90 en hauteur cadrait la tête en contre-plongée.
La caméra 3, une mini DV au-dessus du signeur, hauteur depuis de sol□2m60 enregistrait l'amplitude des mouvements de bras et de buste.
Un flash, au début de l'enregistrement devait permettre de synchroniser les images des 3 caméras, au montage.



Photo 1 : préparation du tournage

Le protocole était défini comme suit : chaque signeur, convoqué à une heure précise était accueilli par l'une des trois linguistes qui lui expliquait (voir *photo 2*), dans une salle à part, ce qu'on attendait de lui, à savoir :

1. Raconter l'histoire en images du *Cheval*.
2. Raconter l'histoire en images de l'*Oiseau*.
3. S'exprimer sur l'un des deux sujets (au choix, ou les deux, suivant les locuteurs): le passage à l'euro ou les évènements du 11 septembre 2001.
4. Expliquer sa recette de cuisine préférée.
5. Pour les personnes ayant suivi le cursus de linguistique de Paris 8 (diplôme du DPCU), choisir un thème du programme de linguistique et l'expliquer à la manière d'un cours.
6. Raconter à nouveau l'histoire du *Cheval*.



Photo 2 : explication des consignes par le linguiste
(Ivani Fusellier, à droite) s'adressant en LSF au locuteur (Juliette Dalle, à gauche)

Les intervenants préparaient leur prestation pendant un temps moyen de 20 minutes puis venaient dans le studio d'enregistrement pour être filmés, face aux caméras et face à la personne qui les avaient pris en charge, ils devaient s'adresser à elle.
La durée de la production varie entre 5 à 8 séquences consécutives par locuteur, en fonction de sa disponibilité, de sa mémorisation et de ses envies. Le but étant de rester le plus naturel possible, nous sommes intervenus au minimum lors de la prise de vue. Nous obtenons un total

de 90 productions différentes (dont récits, explications techniques, explications métalinguistiques, argumentation) *(Annexe 2)*.
Des interruptions à cause d'incidents techniques (batterie déchargée, ...) ou sur demande de l'intervenant ont pu se produire pour certains locuteurs ; dans ce cas, nous avons essayé de reprendre toute la série depuis le début.
13 locuteurs ont ainsi participé à la réalisation de ce corpus, nous avons donc environ 6 heures de film à analyser (2 heures par caméra).

Le détail du corpus brut est donné en annexe (tableau de synthèse + liste détaillée des productions).

3.3 Evaluation

La qualité technique de ces films numérisés, qui nécessite des moyens informatiques importants, est validée par le confort de visualisation qu'elle procure. Les montages, transferts et productions finalisées nous ont demandé d'acquérir des techniques lourdes de traitement de films.
Bien que l'analyse linguistique ne soit pas achevée, nous constatons que le panel obtenu des productions en LSF est très satisfaisant et est actuellement inédit en France, ainsi que sur le plan international. Au cours du projet, un corpus de Langue des Signes Primaire (LSP) et de LIBRAS (Langue des Signes Brésilienne) a également été réalisé, au Brésil, dans le but d'effectuer une analyse transversale d'un même récit (l'histoire du *Cheval*).
La mise à disposition de ces données vers des communautés scientifiques différentes (linguistes, informaticiens, pédagogues sourds de la LSF, …) reste un des buts à atteindre. Ce sont en partie ces communautés qui, par le dépouillement et l'analyse de ce corpus dans leurs différentes spécialités, valideront notre démarche.

4 Réalisation de l'éditeur de partition

4.1 Spécifications

4.1.1 Rôle de l'éditeur

Le rôle de l'éditeur de partition est de permettre la visualisation et la manipulation de séquences vidéo de LSF et la réalisation de transcriptions de vidéos selon des critères utiles à la fois aux linguistes et aux informaticiens. Ces critères doivent donc être paramétrables à chaque utilisation en fonction du but poursuivi ou des informations recherchées dans lors de la réalisation de la transcription (par exemple des structures langagières ou des indices visuels permettant la segmentation de la séquence). Enfin, il fournit un environnement permettant l'application d'opérateurs de traitement d'images sur la vidéo□

- Visualisation et manipulation de séquence vidéo□L'éditeur permet la visualisation de films numérisés, à la manière d'un magnétoscope□(lecture, arrêt sur image), ainsi qu'un accès non linéaire aux images de la séquence,
- Transcription de vidéos□ Il permet aussi de réaliser une transcription de vidéos, c'est-à-dire d'associer à une ou plusieurs images des informations symboliques ou numériques. Une fois la transcription réalisée, on peut la sauvegarder afin de pouvoir la restituer lors d'un chargement ultérieur de la séquence vidéo.
- Application d'opérateurs de traitement d'image : L'éditeur de partition intègre des fonctionnalités permettant de convertir les données contenues sous forme compressée dans la vidéo dans une forme manipulable par des opérateurs de traitement d'images.

4.1.2 Aspect graphique de l'éditeur

L'éditeur est constitué de deux parties (Figure 1). La partie supérieure contient la visualisation de la séquence vidéo, avec une série d'icônes à cliquer permettant d'accéder rapidement aux fonctionnalités du logiciel et des boutons d'actions sur la vidéo. La partie inférieure comporte la transcription associée.

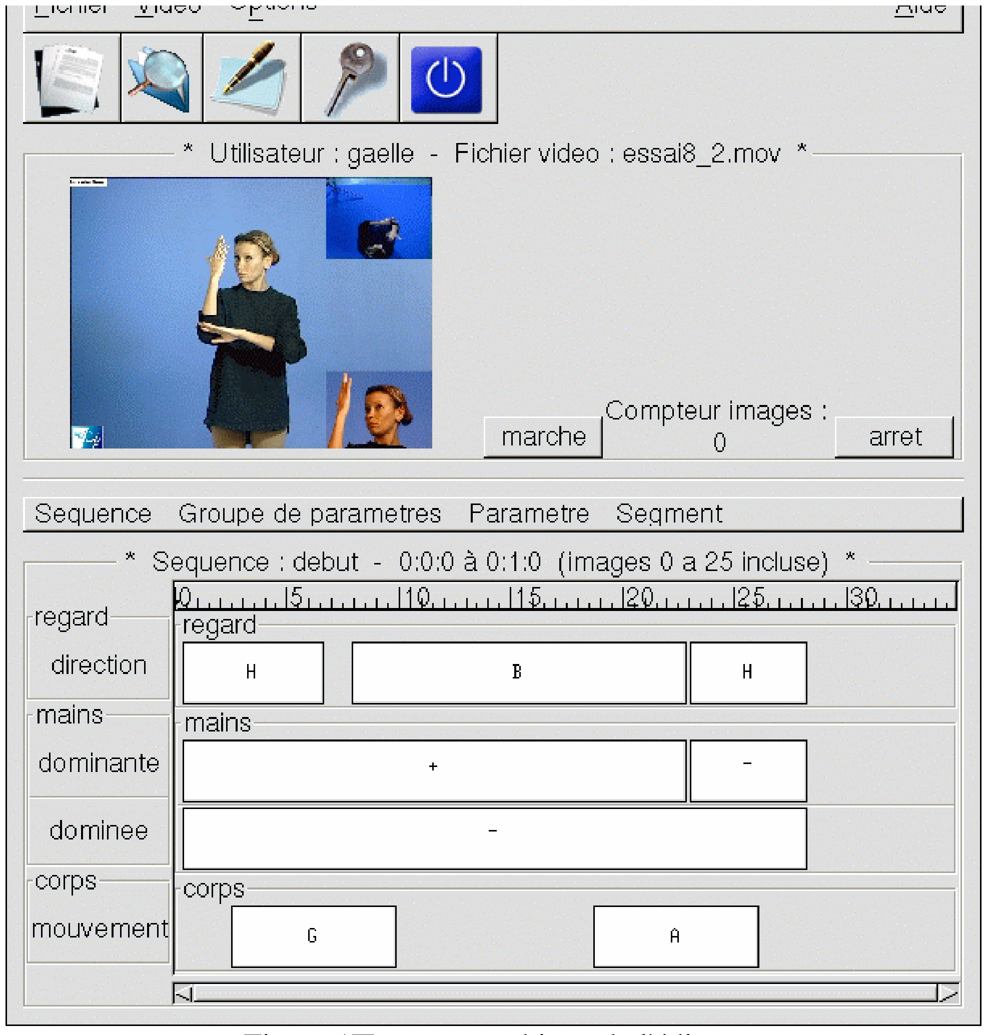


Figure 1 : aspect graphique de l'éditeur

4.1.3 Description détaillée de la partie transcription

La transcription est représentée sous forme d'une partition. L'axe horizontal représente le temps et l'axe vertical contient l'ensemble des paramètres sélectionnés (ex : direction du regard, mouvement des mains, fonction syntaxique, type de transfert, etc…) Ces paramètres sont définis par l'utilisateur en fonction du but poursuivi lors de son analyse.

Sur l'axe horizontal : Chaque paramètre est décrit au sein d'une bande horizontale : découpée en sections pouvant elles-même être découpées, le cas échéant en segments :

- La première section à partir de la gauche contient le nom du paramètre (ex : « Signe », « Main Dominée »).
- La section suivante contient une série de segments représentant les valeurs correspondantes du paramètre pour une séquence temporelle donnée (ex : « Bonjour »). Lorsque l'on clique sur un segment, un menu contextuel déroulant donne la liste des valeurs disponibles pour le paramètre correspondant et permet d'effacer le segment ou d'accéder à une fenêtre de dialogue pour ajouter une nouvelle valeur. Lorsque l'on clique sur un espace vide de la bande, un nouveau segment apparaît, qu'il est possible de modifier en durée, en emplacement et en contenu grâce au menu contextuel.
- On peut trouver des bandes de paramètre « fermées », pour lesquelles il y a des segments de valeurs sur toute la bande et des bandes « ouvertes », décrivant des événements à un moment donné de la séquence vidéo.

Sur l'axe vertical :

- On peut regrouper certains paramètres au sein d'un « groupe de paramètres » visuellement identifié lorsque cela est justifié (ex : main dominante + main dominée + deux mains).

- Une barre verticale synchronisée avec le défilement de la vidéo peut se déplacer le long de la transcription selon l'axe temporel.

Une transcription vidéo est composée de plusieurs partitions différentes. En effet, un utilisateur peut vouloir étudier plusieurs extraits d'une même vidéo ou transcrire de plusieurs manières différents la même vidéo.

4.1.4 Généricité, flexibilité, ouverture

L'éditeur peut être utilisé à la fois par des linguistes et par des informaticiens. Il est donc prévu des facilités de personnalisation et de modification de la partie transcription.

Chaque transcription, avec ses séquences, ses paramètres avec leurs différentes valeurs et les segments qui la composent, est décrite et sauvegardée dans un fichier de type texte. Il est possible d'ajouter de nouvelles séquences, de nouveaux groupes et paramètres, ainsi que de nouvelles valeurs pour chaque paramètre et de nouveaux segments. Les valeurs peuvent être représentées selon plusieurs types :

- **I** : icône (ex : « ✋ » pour configuration main plate),
- **C** : symbole (ex : « F » pour regard de Face),
- **G** : description littérale (ex : « Bonjour »),
- **V** : valeur numérique (ex : 5cm).

Ainsi, chaque utilisateur peut ajouter :

- de nouveaux paramètres
- de nouvelles valeurs aux paramètres

Chaque utilisateur peut choisir :

- les paramètres qu'il souhaite étudier
- le type d'affichage pour chaque paramètre (icône, code?)
- l'ordre dans lequel ces paramètres sont affichés.

Un utilisateur peut récupérer une transcription déjà réalisée et modifier la forme de la présentation. Pour cela, des profils utilisateurs sont associés à chaque transcription. Ainsi, à la réouverture d'une transcription donnée par un utilisateur donné, celui-ci retrouve la configuration de l'éditeur telle qu'il l'avait définie précédemment.

4.2 Apports du traitement d'images

Les apports du traitement d’images à un outil tel qu’un éditeur de partitions peuvent être considérés sous deux aspects. D’une part il permet de faciliter la tâche du linguiste en automatisant partiellement la réalisation de la transcription (segmentation temporelle, ou remplissage automatique des valeurs affectées au segment) à partir de résultats obtenus par l’application d’opérateurs sur tout ou partie de la séquence vidéo. D’autre part, le traitement d’images donne accès à des informations invisibles directement (occupation de l’espace, mesures de vitesse, modélisation cinématique, etc. …). Enfin, le traitement d’images peut être intégré dans une application plus complexe de construction interactive de concepts (voir Dalle 2001). Le linguiste peut comparer la description qu’il a fournie en termes d’indices visuels avec les résultats proposés par ce système qui lui présente les objets correspondant à la description donnée. Par cette mise en correspondance, le linguiste pourra vérifier la pertinence des indices visuels utilisés pour mettre en évidence des structures particulières de la langue des Signes. Ce dernier domaine d’application constitue toutefois un sujet de recherche à long terme qui ne rentre pas dans le cadre du projet LSCOLIN, il ne sera donc qu’évoqué à la fin de cette section.

4.2.1 Possibilité d'automatisation partielle par traitement d'images

Les informations reportées dans les différents niveaux de la partition proviennent d'une analyse et d'une interprétation, par le linguiste, de la séquence d'images (détermination des composantes de l'image et analyse des mouvements). Afin de l'aider dans cette analyse, et donc de faciliter l'utilisation de l'éditeur de partitions, nous avons étudié dans quelle mesure le traitement d'image permettrait d'automatiser certaines tâches.
Nous allons présenter les différents problèmes que l'on peut tenter de résoudre par traitement d'image, d'une façon générale, puis spécifier ce qui peut être réalisé dans le cadre limité du projet LS-COLIN et enfin nous présenterons les études menées et les résultats intermédiaires obtenus.

4.2.1.1 Analyse au niveau d'une image

Les paramètres de la LS figurant dans la transcription concernent des éléments du corps, comme la main ou les sourcils dont le TI doit savoir retrouver les correspondants dans l'image. Il s'agit donc de segmenter l'image en zones ayant des propriétés visuelles communes comme la couleur (zones de peau), ou de localiser des configurations de pixels particulières (indices visuels). Ce traitement peut être entièrement automatisé ou au contraire mené en coopération avec l'utilisateur, celui-ci indiquant la zone approximative de l'élément à étudier ou désignant un pixel de cet élément, le système de TI se chargeant ensuite de déterminer les frontières précises de l'élément.
Ces éléments peuvent être composés; on doit donc savoir structurer les composants élémentaires en composants plus complexes (yeux + nez + bouche + joues + front □ visage). Enfin, ces composants sont caractérisés par un ensemble de valeurs intrinsèques (position de la main) ou relationnelles (main à la hauteur de la bouche). Ces valeurs peuvent être déterminées par un traitement (plus ou moins) automatique, en effectuant des mesures directes dans l'image (yeux fermés), ou en reconstruisant l'information 3D associée (direction du regard). Elles concernent les éléments de base (orientation de la main) ou des éléments composés (visage souriant). Il peut s'agir de valeurs numériques dans le cas de mesures directes ou de valeurs symboliques nécessitant une interprétation de plus haut niveau. À partir des mesures effectuées sur les entités 2D ou 3D ou à partir des indices visuels et en exploitant des connaissances a priori (modélisation des composants du corps), on peut identifier les entités (région de couleur peau + taille + forme □ main), en différents niveaux d'abstraction suivant la complexité de l'information introduite dans le programme (région de couleur peau □ main □ main droite □ main dominante □ signe standard).

4.2.1.2 Analyse au niveau de la séquence d'images

La transcription concerne aussi le mouvement des mains ou du corps, éléments qu'il faut donc savoir suivre dans la séquence d'images (c'est-à-dire retrouver dans chaque image de la séquence). Les paramètres portent alors sur une caractérisation de ce mouvement (vitesse, direction, signature de trajectoire, classification en mouvements de type particulier). On retrouve ici aussi la notion de structuration, les mouvements élémentaires pouvant être combinés en des configurations plus complexes (balancement), et la notion de mesures relatives (trajectoires parallèles).

Enfin le mouvement étant fugitif, il est intéressant, pour faciliter son analyse par le linguiste, de pouvoir le matérialiser et de le visualiser en superposition dans l'image (techniques de « réalité augmentée »). Il s'agit donc de construire une image qui enregistre l'historique du mouvement en rendant compte à la fois de son occupation spatiale et de son déroulement temporel.

D'une façon plus générale, il est très pertinent de pouvoir représenter l'espace de signation, d'y faire figurer les référents mis en place au cours du discours et de matérialiser les zones désignées par les pointeurs.

4.2.1.3 Remarque

La reconnaissance d'un élément ou d'une configuration peut souvent être établie à partir de sa signature visuelle dans l'image ou dans une image transformée. Par contre les mesures ou les descriptions faisant référence à l'espace de signation (trajectoires, pointages, détection d'un mouvement <u>vers l'avant</u>) nécessitent une reconstruction partielle 3D. L'image seule ne suffit alors pas car des informations ont été irrémédiablement perdues lors du processus de formation de l'image (projection perspective, occultations). Il faut donc disposer d'informations supplémentaires pour pouvoir reconstruire l'information 3D□elles peuvent être obtenues par□

- raisonnement (étude des lignes de fuite, de la variation de la taille d'un objet)
- ajout de connaissances supplémentaires (par exemple sur la taille réelle des composants) ou de contraintes sur la géométrie de la scène.
- exploitation de modèles abstraits dont le TI déterminera les paramètres (ex□modèle biomécanique du bras).
- ajout de données supplémentaires□
- en utilisant une seconde image, prise depuis un point de vue différent, et en appliquant les techniques de stéréovision,
- en utilisant plusieurs images dans le temps et en interprétant les mouvements dans les images.

Dans notre cadre de travail actuel (séquence d'images vidéo mono-caméra non calibrée), les possibilités de reconstruction 3D sont très limitées.

4.2.2 Le traitement d'images dans le projet LS-COLIN

4.2.2.1 Problèmes abordés

Les linguistes ont recensé les principaux indices visuels et marqueurs utilisés pour analyser la LS ainsi que leurs valeurs signifiées respectives et le contexte dans lequel elles sont évaluées. Ceci a permis de spécifier les paramètres, leur mode de représentation, les relations pouvant lier différentes parties de la transcription, et enfin de définir ainsi la structure et le contenu d'une partition.
On a vu qu'une partition se présente sous forme de plusieurs lignes découpées en cases par des séparations temporelles (correspondant à des événements spatio-temporels). Chaque ligne correspond à un composant étudié et chaque segment temporel correspond à une valeur de paramètre constante pour ce composant. Pour les composants ne faisant pas intervenir d'information d'ordre sémantique, le TI peut intervenir sur chacun de ces éléments□

- Ajout d'une ligne «□mages□ (en plus de la vidéo) permettant de synthétiser une séquence par une attitude caractéristique du signeur, augmentée de graphismes illustrant le signe (flèches, synthèse de mouvement).
- Segmentation temporelle par détection d'événement, c'est-à-dire par détection des changements de valeurs pour une propriété donnée d'un composant tels que des changement de mouvement (orientation ou vitesse), de configuration ou de relations.
- Ajout de valeurs dans les cases, par reconnaissance (de configurations) ou mesures (direction de mouvement, vitesse, etc…)
- Génération de nouvelles lignes, correspondant à de nouveaux concepts évaluables par analyse d'image (relation entre plusieurs indices)

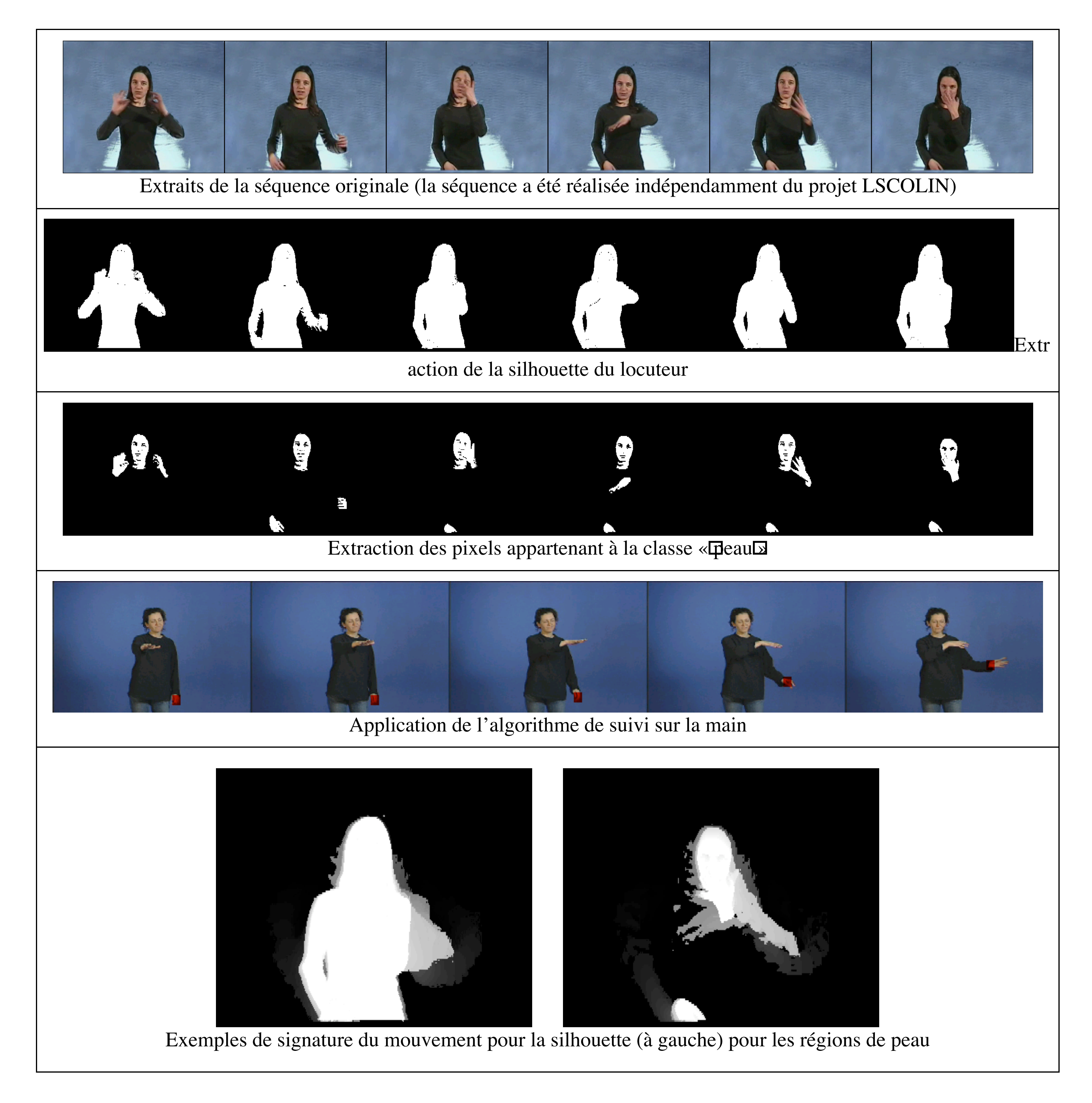
Les travaux en TI ont donc consisté à étudier et à réaliser les outils et opérateurs de base nécessaires pour mettre en œuvre ces différentes fonctionnalités :

- Analyse des indices spatio-temporels pouvant être extraits par traitement informatique de la séquence d'images.
- Interface de pilotage d'une séquence vidéo et de mise en forme de la vidéo permettant l'analyse image par image de façon non linéaire ainsi que l'exportation de la séquence dans un format permettant son traitement.

4.2.2.2 Réalisation d'opérateurs d'analyse d'image :

Les recherches concernant les opérateurs de TI pertinents ont été menées indépendamment de la réalisation de l'éditeur de partitions. Les opérateurs ont été réalisés dans le but de fournir un « vocabulaire minimal » permettant de décrire, à partir de séquences vidéo, des structures de la langue des signes. Il s'agit donc d'opérateurs relativement simples et génériques exploitant en outre les conditions de réalisation du corpus (fond bleu et vêtements noirs) :

- Opérateur d'extraction de la silhouette du locuteur par soustraction des pixels appartenant au fond
- Opérateur de détection des zones "visage" et "mains" par classification des couleurs et sélection des zones ayant la couleur de la peau
- Opérateurs de suivi d'un composant défini par sa zone englobante (d'une main ou du visage) dans une version assistée par des interactions avec l'utilisateur
- Suivi des déplacements du bout du doigt
- Détection de la direction indiquée par le doigt et matérialisation de la zone pointée dans l'espace de signation.
- Détection d'indices visuels spatio-temporels
- Module de visualisation synthétique du mouvement
- Définition d'un modèle biomécanique du bras et validation d'une méthode permettant l'estimation 3D des configuration statiques du bras.


Extraits de la séquence originale (la séquence a été réalisée indépendamment du projet LSCOLIN)

Extraction de la silhouette du locuteur

Extraction des pixels appartenant à la classe « peau »

Application de l'algorithme de suivi sur la main

Exemples de signature du mouvement pour la silhouette (à gauche) pour les régions de peau

4.2.2..2.1 Etude « système »

Les recherches menées au sein du projets LS-Colin sur l'application du traitement d'images à l'étude de la langue des signes se placent dans un cadre plus large qui constitue un des axes de recherche de l'équipe TCI. En effet, les opérateurs validés dans le cadre de ce projet fournissent un premier ensemble cohérent d'outils permettant d'extraire des primitives significatives de la séquence d'images. L'exploitation de ces opérateurs au sein de systèmes d'interprétation d'images permettant de construire des descriptions de concepts de la langue des Signes (ici des configuration de gestes, des paramètres lingusitiques, etc …)(voir Dalle 2001). L'intérêt de ce système pour le projet LS-COLIN réside dans l'approche utilisée pour formuler ce que l'on recherche dans l'image : les spécifications se font par des interactions directes dans les images présentées par le système. L'utilisateur-linguiste est donc amené à définir ses objectifs en termes visuels et il voit, en retour, ce que le système a compris et sait

retrouver d'après ses indications. La spécification et l'extraction d'indices ne passent donc pas par l'intermédiaire d'un langage de requête qui risquerait de biaiser l'analyse.

4.3 Réalisation

Plusieurs étapes de réalisation de l'éditeur de partition ont été envisagées :

- un premier prototype intégrant la vidéo mais ne disposant pas des outils de traitement d'images, qui doit permettre une première évaluation sur les aspects utilisabilité (ergonomie, fonctionnalités) ;
- un deuxième prototype intégrant une partie des outils de traitements d'images, qui doit lui-même être évalué par les utilisateurs ;
- un troisième prototype intégrant tous les outils de traitements d'images envisagés, lui aussi évalué.

Dans le cadre du projet LS-Colin, seul le premier prototype a été réalisé. Il doit encore être évalué en situation d’usage réel. L'intégration des outils de traitement d'images et les évaluations successives se feront dans une étape ultérieure.

4.4 Évaluation

Avant d'être intégrés dans l'éditeur de partition, les outils de traitement d'images doivent eux-mêmes être évalués, car ils doivent être suffisamment fiables et robustes pour apporter une aide réelle à la transcription. Ce travail a été retardé par le temps nécessaire à la réalisation et à l’exportation du corpus dans un format exploitable pour le traitement d’images. Il faut également noter la dichotomie qui existe entre l’algorithme effectivement exécuté par l’ordinateur opérant dans le seul domaine de l’image et l’interprétation des résultats obtenus par un linguiste qui ignore tout du fonctionnement de cet opérateur. L’étude de la robustesse se ramène alors à l’évaluation de l’adéquation d’un opérateur donné avec la tâche pour laquelle souhaite l’utiliser, qui se fera au fur et à mesure de l’exploitation de ces opérateurs par les linguistes.

D’autre part un certain nombre des opérateurs, et spécialement les opérateurs de segmentation, mis en œuvre exploitent des hypothèses à priori sur les images (notamment la présence d’un fond bleu et les vêtements unis des locuteurs). Il convient néanmoins de souligner que ces opérateurs sont très délicats à mettre en œuvre sans ces hypothèses et que leur mise au point dans le cas général reste un problème ouvert.

Enfin, la stabilité des opérateurs doit être envisagée en considérant la chaîne d’interprétation dans son ensemble (segmentation =>mesure=>identification), cette chaîne pouvant contenir des mécanismes permettant la remise en cause des résultats obtenus par l’opérateur seul et éventuellement leur correction. Il faut de plus noter que la présence d’artéfacts dans les résultats obtenus par l’application d’un opérateur seul peut permettre de détecter l’occurrence d’un évènement spatio-temporel (par exemple, si l’on suit par la couleur un objet identifié comme étant une main, et que cet objet est perdu cela signifie que la main est passée devant un autre objet de la même couleur).

4.5 Améliorations possibles :

Fonctionnalités

Il serait intéressant d'établir des liaisons entre différentes parties de la transcription :

- soit des liens auxquels on peut associer une référence appartenant à la liste des références déjà rencontrées, ou une référence « à créer »,
- soit des références (spatiales, temporelles) pouvant être liées aux liens existant ou à venir.

Cela permettrait par exemple d'associer un classificateur au signe standard auquel il fait référence.

Ergonomie

Il serait intéressant de pouvoir regrouper verticalement des paramètres avec des zones de couleurs différentes ou en utilisant la transparence, afin par exemple de visualiser les zones relatives aux signes standards et celles de grande iconicité.

5 Exploitation du corpus

5.1 *Première transcription manuelle du corpus LS-COLIN*

Les linguistes participant au projet ont décidé de réaliser une première transcription manuelle d'un court extrait du corpus LS-COLIN, l'éditeur de partitions étant encore en phase de test. Notre but premier est de vérifier l'apport (pour la transcription et pour l'analyse) d'un tel type de corpus réalisé dans des conditions techniques d'une très bonne qualité.
Nous avons choisi de travailler à partir d'un système de transcription « en partition » commun à tous les linguistes à fin de pouvoir partager et échanger les connaissances sur la qualité du corpus ainsi que sur l'analyse des structures de la langue. Ce travail s'est avéré ainsi utile et complémentaire au premier travail de transcription (Blanche Neige) réalisé entre décembre et mars 2001.
Grâce à l'incrustation manuelle des images dans le système de partition nous avons pu, en équipe de linguistes, examiner quelques aspects structuraux de la LSF qui permettent de valider la présence de certains indices récurrents qui peuvent être pertinents lors du traitement d'images (prédiction-vérification) et lors de la segmentation de l'énoncé par un système automatique de transcription des LS.

5.1.1 Objectifs

- Examiner la qualité de l'enregistrement lors de la transcription et de l'analyse.
- Estimer un éventuel gain de temps lors de l'extraction et le traitement des images à insérer dans la partition manuelle.
- Mettre en évidence l'apport d'un tournage de qualité vidéo numérique professionnelle et l'utilisation de trois plans différents : notamment les plans visage et profondeur qui exposent de façon explicite certains indices visuels non manuels très fin (mimique faciales et mouvement du corps – par exemple déhanchement) qui ne sont pas forcément visibles lors des enregistrements classiques sur plan américain et qui sont des éléments constitutifs de la structure des LS.

5.1.2 Démarche

Suite à la numérisation en trois plans synchronisés du récit *Le Cheval*, nous avons choisi une séquence de ce récit pour pouvoir réaliser la transcription. C'est ce récit raconté par Khadra Abdelghefar [Corpus LS-COLIN] - Séquence de 06:15 [PRET] à 06:27 [personnage transféré « Cheval »].
Un premier travail d'extraction et de traitement d'images a été réalisé par une des linguistes. Ensuite, une grille (partition en paramètres) a été construite et remplie par l'ensemble des linguistes. L'extraction de l'ensemble des images a été faite sur le plan américain, néanmoins nous avons extrait certaines images sur les deux autres plan afin de voir la qualité et l'apport visuel de ces images.

5.1.2.1 Remarques sur le travail d'extraction et de montage des vidéos

La numérisation de l'extrait avec les trois plans synchronisés et incrustés dans la même fenêtre permet une visualisation remarquable au niveau de l'analyse en vidéo de la langue. Néanmoins, lors de l'extraction d'image nous n'avons pas pu incruster l'image telle quelle sur la transcription car les trois plans ne donnaient pas une vue analytique de l'image. Ainsi nous avons dû utiliser un logiciel de traitement d'images pour sélectionner la portion de l'image à mettre sur le document.

- Le corps du locuteur ainsi que l'espace de signation ont été sélectionnés en soustrayant les autres plans et les parties qui ne sont pas pertinentes à l'analyse. Ce travail permet de donner une impression de zoom à l'image analysée (caméra 1).
- Même si le passage par un logiciel de traitement d'image était nécessaire, le travail de préparation de l'image à insérer sur la transcription a été simplifié car les images sont d'une très bonne qualité, donc un temps supplémentaire pour le travail de retouche n'a pas été utile (luminosité, contraste, brouiller, affiner…)
- Un travail d'incrustation de flèches sur l'image sélectionnée a été fait visant la visualisation du mouvement en question.
- Grâce au plan visage, il a été possible de sélectionner les traits pertinents du visage (la direction, le clignement du regard et les différentes mimiques faciales)
- Grâce au plan profondeur, certains mouvements ont été dégagés (qui ne sont pas entièrement visibles sur le plan américain – en deux dimensions). Ce plan nous donnent la possibilité de voir le mouvement en profondeur (utilisation de l'espace)

5.1.2.2 Résultats□

La résolution de la définition de l'image nous a beaucoup facilité le travail de transcription et de dégagement de paramètres. Grâce à la qualité d'enregistrement de ce corpus, à la fin de notre travail de transcription , nous avons pu détecter avec précision□

- La pertinence du clignement des yeux en tant qu'indice de segmentation (bornes de l'énoncé)
- La structure interne des transferts, notamment celle du transfert situationnel.
- Le rôle du regard (protagoniste de l'énoncé et protagoniste de l'énonciation)

5.1.2.3 Ouverture vers les pistes de recherches

Même si nous sommes encore loin d'une reconnaissance détaillée des gestes par l'ordinateur, les paramètres détectés nous incitent à approfondir la réflexion sur l'identification de gestes non manuels (notamment la direction du regard et le clignement des yeux) en tant qu'indice de segmentation des LS.

Il est clair que lorsqu'on aura un système informatisé respectant des contraintes d'ouverture et d'évolutivité au niveau des paramètres retenus ainsi que la possibilité de personnalisation de la présentation des différentes transcriptions de corpus vidéo des LS le travail d'analyse sera moins pénible au niveau du traitement de l'image et plus rentable au niveau de l'analyse et de la mise en relief de la structure interne des LS.

1.

Transcription d’une séquence de l’histoire «Cheval» racontée par Kadra Abdelghefar [CORPUS-LS-COLIN]
Séquence de 06 :15 [PRET] à 06 :27 [personnage transféré « Cheval »]

Fragment	**1**		**2**		**2**	**4**
Durée de la séquence	**06:15:12 - 06:15:18**		**06:16:07 –06:16:14**		**06:16:23 – 06:17:04**	**06:17:05 - 06:18:07**
Images Direction des mouvements	Début du signe	Fin du signe				
Regard	Vers interlocuteur	Fermeture des yeux	Vers interlocuteur	Fermeture des yeux	Vers l’espace neutre devant	Vers l’espace neutre devant
Signes	**[PRET]**		**souffler**	**Souffler**	**Courir**	**Courir vite**
Main dominante						
Deux mains	[PRET] mouvement des deux mains vers le bas	Fin de [PRET] Mouv. Vers le haut position pattes du cheval.	Retenir son souffle	Retenir son souffle	En position de pattes du cheval **Courir**	En position de pattes du cheval : courir vite Mouvement des poignets 6 fois
Main dominée						
Transferts			STP_______________ _	_________________TP	TP_______________ _	TP_______________ _
Mimique faciale	Neutre : assertive	Neutre : assertive	Neutre : assertive Début du soufflement	Clignement des yeux et fin du souffle	Yeux plissés, souffle continu (spécification de la vitesse)	Des yeux légèrement fermés et plissés: effort
Mouvement de la tête		Redressée	Légèrement tournée vers le haut			La tête se baisse et rentre dans les épaules
Mouvement de la bouche		Semi ouverte	Souffle	Souffle		
Mouvement du corps		Redressée		Vers le bas	Mouvement progressif du corps vers l’avant	Mouvement progressif du corps vers l’avant
Traduction approchée	*Le personnage (le cheval) est prêt. Il souffle un grand coup et s’élance.*					

1.

Fragment	5	6	7		
Durée de la séquence	**06□18□14 – 06□19□03**	**06□19□04 – 06□19□10**	**06□19□11 – 06□20□07**		
Images Direction des mouvements	Perspective profondeur et mouvement				
Regard	sur les mains qui se rapprochent-- -- fermeture (clignement)	Fin clignement Vers l'espace neutre devant	___________________	_________________	_____________
Signes	**Se rapprocher du corps**	**Courir**	**Prendre de l'élan et sauter**	**Prendre de l'élan et sauter**	**Prendre de l'élan et sauter**
Main dominante					
Deux mains	Barrière ____	Pattes_________________ _ Mouvement des poignets 2 fois	Pattes	Pattes	Pattes
Main dominée					
Transferts	DT____ _	TP________________	TP________________ _	TP_______________ _	TP__________ _
Mimique faciale	Yeux légèrement fermés + froncement des sourcils - concentration	Yeux plissés, souffle continu _____	Yeux plissés, mvt de la bouche vers le bas	Effort	_____________
Mouvement de la tête	La tête se baisse et rentre dans les épaules				Se tend vers le haut
Mouvement de la bouche		Souffle	moue	moue	Lèvres arrondies
Mouvement de la partie supérieure du corps	les bras tendus vers l'avant se rapprochent du torse		Les genoux fléchissent	Mouvement assez lent du corps vers le haut __________	_____________
Traduction approchée	La barrière s'approche	Il prend son élan et saute…			

1.

Fragment	8	9			10	11
Durée de la séquence	**06:20:08 -06:20:14**	**06:20:17 – 06⊡21⊡02**			**06:21:02 – 06:21:25**	**06:22:00- 06:22:06**
Images Direction des mouvements						
Regard	Vers interlocuteur	sur les mains	Vers interlocuteur	Clignement des yeux	Vers l'espace neutre _____ vers l'interlocuteur	Vers le mains__________ vers l'interlocuteur _______
Signes	**[SE TROMPER]**	**Butter (contre la barrière)**	________________	________________	**Tomber**	**Barrière**
Main dominante	[SE TROMPER]	Pattes______________	________________	________________		
Deux mains					Pattes (les deux mains tournent)	Les deux mains montrent la forme de la barrière
Main dominée	pattes	Barrière (locatif)	________________	________________		
Transferts	STP____________	TS_______________	TS______________	DT_______________	TP_____________________________	TF____________________________________
Mimique faciale	yeux écarquilles d'étonnement	yeux écarquilles d'étonnement	Neutre : assertive	Yeux plissés : désarroi	Yeux plissés : désarroi	Neutre : assertive
Mouvement de la tête					Sur le coté droite	
Mouvement de la bouche	Joues gonflées	Gonflement de joues	________________	Labialisation « bah » spécifiant le choc	Bouche ouverte imitant le fait de crier	Bouche entre-ouverte _______________[B] _______
Mouvement de la partie supérieure du corps				Commence à basculer à droite	Tout le torse se bascule à droite spécifiant la chute	Retour du corps face à l'interlocuteur ________________
Traduction approchée	*Mais s'y prend mal et butte sur la barrière…*				*et tombe…*	*La barrière…*

1.

Fragment	12	13		14	15	16
Durée de la séquence	**06:22:07- 06:22:15**	**06:22:16 – 06:23:08**		**06:23□11**	**06:23:12 – 06:23:25**	**06:24 – 06:25:05**
Images Direction des mouvements						
Regard	Vers interlocuteur	Fermeture (clignement)	Vers camera	Fermeture (clignement)	Vers l'interlocuteur	Fermeture (clignement)___vers le main s_____vers interlocuteur__
Signes	**[BOIS]**	Se briser	_____________	**Tomber**	**Tomber**(les quatre fers en l'air)	Saigner
Main dominante		La barrière qui se brise (mouvement brusque vers le haut)	_____________ Mouvement de l'avant bras à droite 3 fois			(sang qui coule) ____________________________
Deux mains	[BOIS]			Pattes	Pattes (mouvement dans tous les sens)	
Main dominée		Une des parties de La barrière (locatif stable)	_____________			Pattes__________________________________
Transferts		DT________________	DT_____________	TP_______________	________________	DT_________________________STP________
Mimique faciale	Assertive	Yeux plissés Effort changement d'état	_____________	Yeux plissés Souffrance	Yeux plissés Souffrance, douleur, cri	Martien de l'expression de souffrance
Mouvement de la tête		Légèrement à droite	_____________			
Mouvement de la bouche	Labialisation « bois »	Légère explosion des lèvres	Légèrement ouverte	Lèvres étirées fermées	Bouche ouverte	Lèvres tirées fermées __________________légère ouverture
Mouvement de la partie supérieure du corps	_______________	________________		Bascule à droite	________________	Bascule légèrement à gauche
Traduction approchée	*… en bois*	*est brisée.*		*Il tombe….*		…

1.

Fragment	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**
Durée de la séquence	**06:25:15**	**06:26:00**	**06:26:01**	**06:26:19**	**06:26:22 – 06:27:11**	**27:12 – 27:21**
Images Direction des mouvements						
Regard	Vers interlocuteur	Vers interlocuteur	Fermeture (clignement)	Vers la droite______	Brève regard vers l'interlocuteur Fermeture (clignement)	Vers l'espace neutre___
Signes	**[SANG]**	Saigner	**saigner**	**[SOUFFRIR]**	**[CRIER]**__________________________ __	Pattes
Main dominante	[SANG]	Du sang qui coule_______	__________________			
Deux mains				[SOUFFRIR]	[CRIER]______________________pattes_____ ___	Pattes en l'air immobile
Main dominée	Pattes ____________	__________________	__________________			
Transferts	STP______________ _	TS_______________ _	DT_______________ __	STP___________ __	STP____________________________________ _	TP______________
Mimique faciale		Mimique de souffrance_____	__________________	souffrance	_______________________________________	__________________
Mouvement de la tête				Inclinée vers la gauche	De face, penchée vers la droite ____________________	__________________
Mouvement de la bouche	Lèvres tirées ouvertes	__________________	__________________	Esquisse de labialisation [uuu]	Semi-ouverte_________________________________	__________________
Mouvement de la partie supérieure du corps				Le torse se balance de gauche à droite ______	_______________________________________	Torse tourné et arrêté vers la droite
	Sa patte saigne…			*Il souffre beaucoup et crie tout en restant immobile.*		

2.

6 RÉSULTATS OBTENUS

6.1 Des étapes nécessaires pour étudier les langues des signes...

Il est logique que notre projet se soit tout d'abord centré sur la constitution d'un corpus basé sur une grande diversité des locuteurs et des genres, la LSF n'ayant été jusque là étudiée qu'à une échelle moindre□par exemple, la thèse d'État de C. Cuxac (1996) reposait sur l'analyse d'un idiolecte. Ce corpus, dans un premier temps nous a permis de valider des hypothèses de départ. Ainsi, même sans avoir procédé, faute de temps, à son analyse minutieuse, on voit que l'hypothèse d'une partition fonctionnelle et structurale (grande iconicité et structures de transferts□ qui donne à voir, énoncés standards□ qui ne donne pas à voir) paraît fondée. Les transferts sont bien des opérations cognitives mettant en oeuvre un processus d'iconicisation de l'expérience perceptivo-pratique ritualisées (au sens employé par R. Thom) linguistiquement. Plus surprenant est que leur présence massive ne se limite pas, comme nous l'attendions, aux activités de récit («□histoire du cheval□) mais s'étend à d'autres jeux de langage comme, par exemple, à des activités prescriptives à valeur pédagogique telles que les recettes de cuisine.
Un autre fait marquant a pu être repéré□le grand nombre de va-et-vient fonctionnels entre signes standards et structures de grande iconicité ainsi que leur couplage fréquent dans des activités non descriptives au moyen des structures de semi-transfert personnel (phénomènes qui font l'objet de la thèse de Marie Anne Sallandre).

Ces va-et-vient fonctionnels avaient jusque-là été étudiés à partir d'un corpus limité et uniquement dans le cadre d'une analyse qualitative (voir Sallandre 2001)
Le corpus LS-COLIN doit permettre de réaliser une analyse à la fois qualitative et quantitative de ces va-et-vient. Pour cela, plusieurs étapes d'analyse sont nécessaires□
Un premier travail (quantitatif) consiste à dénombrer le nombre d'unités minimales (ou signes) et à établir les proportions des signes produits en grande iconicité et des signes standards, par type de discours et par locuteur. Un second travail (qualitatif et quantitatif) sera d'établir un ordre canonique des signes dans les énoncés en LSF, à nouveau par type de discours et par locuteur. On pourra alors émettre des hypothèses nouvelles sur ces va-et-vient entre les structures linguistiques de la LSF.

Marie-Anne Sallandre

De même, le corpus montre que les rôles fonctionnels grande iconicité/standard, loin d'être figés absolument dans des genres peuvent s'inverser en cas de conduites métalinguistiques un peu de la même manière qu'on l'observe dans le cadre de communications entre locuteurs sourds pratiquant des langues des signes différentes (voir la recherche de Nathalie Monteillard sur les communications internationales entre locuteurs sourds). Cela s'explique par le fait que les transferts en tant que savoirs partagés d'origine perceptive (transferts de forme et situationnels) et pratique (transferts personnels) fonctionnent dans ces cas-là comme introducteurs de thème pour les co-énonciateurs et vont permettre d'accéder à une information de type métalinguistique non encore partagée en position de focus.

Observable dans le seul cadre interactif réunissant des locuteurs sourds de nationalités et de langues différentes, ce que l'on appelle aujourd'hui communément la Langue des Signes Internationale se présente comme une véritable stratégie langagière mise en place par les Sourds pour développer à l'extrême l'efficacité des échanges. L'analyse comparée de plusieurs corpus permet de dégager certaines régularités quant à son fonctionnement et à ses composantes. On constate que la singulière empathie dont fait preuve chaque locuteur/signeur à l'égard de ses congénères, auxquels il essaie d'assurer la meilleure compréhension, l'amène à préférer□

2.

1. l'emploi de signes standards supposés connus du public : a) signes internationaux, (qui ont comme cadre de création les réunions cosmopolites de Sourds et tendent à constituer un lexique standard international de plus en plus important), b) signes standards empruntés aux langues des signes des signeurs en présence ;
2. à s'adresser et à solliciter un ou des interlocuteurs pour s'assurer d'un signe, ou pour convenir de l'acception de tel autre. L'entente sur un vocabulaire commun dans un groupe s'effectue souvent très rapidement, soit sur la base de signes « ressentis » au départ comme internationaux par la communauté sourde, en raison de leur iconicité : conservation des traits saillants, forme, taille ou fonction des entités (l'accord se fait alors par un rapide échange : « Ce signe, ça va ? »), soit en faisant appel aux expériences communes du groupe. Ainsi, une [SOIRÉE] pourra être décrite comme « la nuit dernière chez M. Untel ».

Ce qui est supposé non connu du public peut être présenté de différentes façons, répertoriées ci-après.

3. Une entité peut être exposée par un passage en grande iconicité, qui tient lieu de topic, puis un signe standard est exprimé, en focus, sur lequel on se met d'accord.
4. On observe certains passages où l'accès à la généricité s'effectue par une accumulation de structures de transfert, sans qu'aucun signe standard ne soit employé, le premier transfert personnel étant repris à la fin du passage, et pouvant ensuite fonctionner, au cours de la conversation, comme un signe standard.
5. Un signe standard international ou de la propre langue des signes du locuteur/signeur peut également être émis tout d'abord (en topic), puis explicité par des structures de grande iconicité (focus), et repris à la fin du passage explicatif.
6. Enfin, un signe standard international ou de la propre langue des signes du locuteur/signeur peut aussi être expliqué par un signe standard d'une autre langue des signes en présence, ce qui est un cas fréquemment observé en ce qui concerne les toponymes.

Une étude à venir devrait permettre d'apprécier dans quelles proportions ces différents procédés sont utilisés, et selon quelle fréquence.

Nathalie Monteillard

L'exercice qui a consisté à mettre chaque chercheur linguiste ou informaticien à contribution pour transcrire une petite partie du corpus a révélé que nous ne prenions en compte ni les mêmes niveaux de représentation ni par voie de conséquence les mêmes indices de segmentation. L'idée de réaliser dans le cadre du projet un éditeur de partition intégrant cette pluralité d'approches s'est alors imposée.

Plus qu'un outil servant à faciliter et à rendre plus efficace la transcription de la LSF, l'éditeur de partition dans le cadre de son élaboration même s'est avéré être un incontournable instrument d'analyse pour l'ensemble des chercheurs participant au projet. C'est ainsi qu'il propose aux chercheurs différents niveaux de lecture (allant des unités minimales signifiantes à la dynamique énonciative) où n'apparaîtront que les paramètres pertinents pour le niveau choisi. Ces niveaux étant interconnectés, le chercheur aura toujours le loisir de retourner, pour un énoncé ou une structure donnée, à un autre niveau d'analyse (plus haut ou plus bas) que celui sur lequel il travaille habituellement. D'autre part, dans son état final, grâce aux logiciels de traitement d'image une fois intégrés, notre éditeur de partition est conçu pour fournir aux chercheurs toutes les informations concernant l'histoire structurale et spatiale des liens sémantiques entre la direction du regard (activation d'une portion d'espace) et les pointages (anaphoriques et/ou cataphoriques) reprenant les signes et les reliant à cet espace préalablement (historiquement) activé.

2.

6.2 ... en tant qu'analyseurs épistémologiques...

Faisant retour au paysage épistémologique émergent évoqué au début du projet, nous défendrons l'idée que les langues des signes et la surdité de naissance sont en position d'analyseurs centraux tout d'abord :

6.2.1 ... de la faculté de langage...

6.2.1.1 par rapport aux langues orales...

Plusieurs raisons nous font dire que les langues des signes sont des objets cognitifs qui se prêtent mieux que les langues orales à une modélisation linguistique de la faculté de langage. Tout d'abord relativement à la sémiogénèse du langage (le cas des personnes sourdes vivant en milieu entendant) et des langues (les microcommunautés sourdes « inventant » des langues gestuelles), les langues des signes constituent bien des observables synchroniques.

Un des objectifs scientifiques proposé lors du début du projet LS-COLIN sera poursuivi dans le cadre d'une thèse de doctorat par un de membres du projet (soutenance envisagée en décembre 2003). Il s'agit de l'état de lieu du processus d'iconicisation de la théorie de Cuxac (2000). Le sujet de cette thèse porte sur la sémiogénèse des Langues des Signes.
Les études sur la création des Langues des Signes Primaire (LSP) par des personnes sourdes vivant dans différents environnements culturels spécifiquement entendants démontrent que ces individus sourds utilisent le même procédé cognitif lors de la création des signes gestuels.(cf. Fusellier-Souza, 2001 ; Goldin-Meadow, 1998 ; Yau, 1992). Il a été constaté que les formes signifiantes des signes renvoyant aux mêmes référents stables sont fortement semblables d'un individu sourd à l'autre (cf. Cuxac, 1996 ; Fusellier-Souza, 2001). Cette ressemblance s'explique par l'activation du processus d'iconicisation de l'expérience fondé principalement sur l'appréhension et la reprise de formes saillantes, la description de contours de formes et de tailles et la reprise iconique de scènes (actants et déplacements) au moyen d'une gestualité corporelle spatialisée.
Le caractère général de ce processus d'iconicisation, ainsi que la similitude iconique des formes appréhendées confirment bien que les individus sourds vivant exclusivement en milieu entendant reproduisent dans leur micro-univers familial les premiers stades de la constitution des langues des signes. De ce fait, nous pouvons postuler que les différentes langues des signes standardisées pratiquées actuellement par des sourds vivant en communauté ont eu comme point de départ des situations de communications similaires à celles observées chez les sourds vivant exclusivement en entourage entendant. Sur le plan de la forme, des points communs émergent entre les structures des langues des signes standardisées et celles des langues des signes primaires. Dans les premières, l'iconicité présente est « exploitée intentionnellement à des fins de vouloir montrer ce qui n'est pas présent ».
Dans une première analyse du corpus de LSP (réalisé dans le cadre du projet LS-COLIN), j'ai observé que mes informateurs possèdent une maîtrise certaine de leur langue sur des activités discursives, dans lesquelles cette volonté de montrer ce que l'on dit apparaît ébauchée de façon très précise.
Les formes utilisées attestent visiblement un air de famille avec les structures de grande iconicité. Ces formes signifiantes gestuelles sont actionnées lorsque le locuteur sourd veut spécifier un signifié quelconque ou bien lors de descriptions de scènes narratives. J'envisage que ces formes signifiantes soient les premiers agencements de l'opération de transfert au moyen de laquelle le locuteur sourd adulte est dans la possibilité de reproduire une expérience vécue ou imaginée dans l'espace de signation. À travers une étude comparative de trois différentes Langues des Signes Primaires (LSP) et de deux autres LS standardisées Langue des Signes Brésilienne (LIBRAS) et Langue des Signes Française (LSF) j'essayerai de repérer certaines primitives structurales afin de modéliser le processus d'iconicisation.
Grâce à la réalisation du corpus LS-COLIN, dans une optique à niveau international (à échelle géographique et sociolinguistique diversifiée), il sera possible d'effectuer cette étude. Lors de l'enregistrement du corpus (en France et au Brésil), les consignes méthodologiques ont été soigneusement choisies dans le but de pouvoir effectuer ce type d'analyse. Dans l'ensemble du corpus,

un même récit (en forme d'image – l'histoire du Cheval) à été exposé aux différents locuteurs sourds. Je vais pouvoir ainsi réaliser une analyse transversale de ce même récit raconté par au moins une dizaine de locuteurs sourds pratiquant les trois langues citées ci-dessus. De ce fait, une considérable partie du travail de recherche de ma thèse sera consacrée à établir l'état des lieux du point de départ de la bifurcation des visées existante dans les langues des signes standardisées. Il s'agit ainsi de dégager les structures mises en œuvre dans ce processus au moyen d'un inventaire des primitives structurales sémantico-cognitives présentes dans les LSP, notamment□

- les transferts (structures minimales de grande iconicité)
- Les rôles du regard et de la mimique faciale (dans les structures minimales de grande iconicité)
- les pointages (utilisation pertinente de l'espace dans la construction des relations sémantico-cognitives).

J'espère également pouvoir mettre en évidence les résultantes linguistiques iconiques de ces primitives au moyen d'une modélisation informatique.

Ivani Fusellier-Souza

D'autre part, le support quadridimensionnel qu'offre le canal visuel-gestuel permet pragmatiquement à des représentations relevant de l'univers de l'imagerie d'être dites tout en en maintenant la figurabilité. Un étiquetage cognitivo-sémantique est alors suffisant pour rendre compte de cette mise en forme. C'est ce que révèle la description des structures de grande iconicité où les primitives sont□

7. les configurations de la main en tant que constants forme-sens, et
8. le mouvement figurant le déploiement non temporel d'une forme dans l'espace, ou temporel d'un déplacement par rapport à un repère fixe (localisation mutuelle des deux mains).

On a montré que même dans les cas où cette dimension figurative n'est pas activée, lorsqu'il s'agit d'un dire sans intention illustrative, une analyse sémantique des relations où la distinction sémantique-syntaxe se trouve, en quelque sorte, neutralisée, était là encore suffisante pour rendre compte de la structure formelle de la LSF (Cuxac 2000). C'est particulièrement vrai en ce qui concerne les schémas d'actance en LSF. En effet, les structures actancielles lorsqu'elles ne relèvent pas d'une visée iconicisatrice se présentent en spatialisant les protagonistes de l'énoncé et le verbe qui les relie, comme des micro scènes dynamiques d'une iconicité à caractère schématique —diagrammatique— et abstrait.

Nos objectifs étaient de mettre en évidence que la construction de l'espace de signation répond aux mêmes lois que celle de l'espace de représentation sémantico-cognitif. Nous avions comme projet d'arriver à objectiver cette construction par un marquage automatisé de l'image. Cet objectif pluridisciplinaire implique à la fois les linguistes et les cognitivistes, qui doivent proposer une grille de découpage des unités structurales de la LS en analysant l'espace de la langue en regard des formalisations abstraites des opérations langagières ; les informaticiens et les traiteurs d'image, qui devaient mettre au point des logiciels destinés à reconnaître automatiquement certains indices ou couples d'indices morphologiques issus de l'analyse linguistique. La réflexion initiale autour de l'écriture de la LSF et la LS comme «□objet cognitif□ a alimenté le débat et nourri l'orientation de choix informatiques devant rendre compte au mieux de la construction de l'espace et de la mise en valeur d'indices et primitives visuelles reposant sur des hypothèses rencontrées en linguistique cognitive. Notre objectif n'a été que partiellement réalisé compte tenus des délais : avant de pouvoir passer à la réalisation de logiciels de traitement de l'image adaptés à la LS, il était impératif de réaliser un éditeur de partition et de constituer un corpus commun, ce qui a occupé l'ensemble du temps imparti pour ce projet. En revanche, les travaux préliminaires relatifs aux rapports entre langage et cognition ont avancé. Ils étaient destinés à fournir aux informaticiens des éléments d'analyse morphologique de la langue sur lesquels ils pourront s'appuyer pour le traitement d'images. Les

tentatives de lecture de l'organisation iconique de l'espace de signation (dispositions dans l'espace et morphologie manuelle) se sont appuyées sur les formalisations des opérations sémantico-cognitives sous-jacentes à la mise en œuvre de cet espace.

Travaux réalisés

Nous nous sommes appuyés sur les travaux préliminaires réalisés dans sa thèse par Annie Risler (Risler, 2000). Elle a examiné des énoncés paraphrastiques avec un informateur-collaborateur sourd, afin d'explorer l'hypothèse de similitude entre l'utilisation de l'espace et la mise en œuvre des opérations langagières décrites dans les grammaires cognitives et en particulier la GAC que sont la catégorisation, la détermination, la prédication et l'énonciation.
Ce travail a débouché sur une nouvelle manière d'envisager les catégories de signes (signes standards et relateurs), l'espace de signation (structuré par l'iconicité d'image pour les signes standards, et l'iconicité diagrammatique pour les signes relateurs ou opérateurs) et les marques morphologiques.
Dans la phase nouvelle de cette recherche, nous avons confronté ces résultats obtenus à partir d’énoncés isolés à des textes et récits. Nous avons également essayé de continuer ce travail sur les marques morphologiques.
Nous nous sommes fixé 3 types de tâches dans l'analyse de ces récits :

- La décomposition des séquences en situations saillantes, en mettant en valeur les repérages, mouvements et changements.
- La classification des configurations manuelles ayant un rôle syntaxique
- La recherche d 'indices de changements d'espace.

Décomposition des séquences en situations saillantes de repérages, mouvements et changements :

Les récits étudiés ont été découpés en situations, à partir de l'identification des mouvements relateurs des signes verbaux qui construisent un espace relationnel casué.
Ce découpage, qui s'appuie sur les schèmes sémantico-cognitifs de J P Desclés, s'est révélé très instructif. Il a permis

- de confirmer l'influence des primitives spatiales REP, MOUVT et CHANGT sur la forme (la spatialisation des relations par les signes relateurs);
- de mettre en évidences les possibilités d'expression simultanée de deux situations. Par exemple, quand le signeur prend le rôle d'un actant dont il exprime un changement de qualité, alors que par ses mains, il exprime un changement de repérage de ce même actant ou d'un autre au moyen de configurations anaphoriques. La complexité des énoncés en langue des signes tient en ces ressources offertes dans la simultanéité, alors qu'en langues orales il faut absolument recourir à des énoncés successifs. C'est grâce aux modèles cognitifs qu'il est possible de décomposer les primitives de ces mouvements dans lesquels interviennent simultanément : la position du buste du signeur, les configurations manuelles, la mimique et le regard.

Listage des configurations manuelles syntaxiques.

Nous avons proposé une classification des configurations manuelles des signes processifs qui s'appuie sur leur analyse en termes de caractérisation cognitive des entités qui participent au procès. Nous avons pu mettre en évidence la relation entre les rôles et la nécessité d’un typage des entités dans le sens des schèmes prédicatifs (lieu, individu, frontière...) et les configurations manuelles du signe de procès (voir en annexe le texte de présentation de ce travail au colloque "recherches sur les langues des signes, Toulouse, novembre 2001). L'étude des formes des signes apporte des confirmations à l'analyse cognitive, et inversement, les recherches en matière de cognition aident à analyser les formes manuelles et l'utilisation de l'espace. Ce travail contribue à enrichir l'éditeur de partition.

recherches d'indices de changement d'espace.

Un travail a été esquissé, et devra se poursuivre, sur le rôle du regard. Le signeur regarde alternativement son interlocuteur et l'espace de signation. Il apparaît dans un récit qu'il regarde son interlocuteur quand il effectue un signe standard, et qu'il anticipe le mouvement relateur (signe de procès ou pointage manuel) en portant avant le geste manuel son regard sur le point de l'espace qui

sera point d'arrivée de ce mouvement. La direction du regard apparaît donc comme un indice de changement d'espace, et donc un marqueur syntaxique de la construction de l'espace. Ce genre d'indices peut aisément être repéré automatiquement par un logiciel de traitement d'image, aussi bien pour le changement de direction du regard que le lien entre la direction d'un mouvement manuel et du regard. Ces 3 types de tâches nous ont appris à travailler ensemble et nous montrent en quoi les travaux interdisciplinaires sont utiles aux uns et aux autres : on cherche à mettre en évidence un certain fonctionnement cognitif dans l'énoncé en langue des signes, à partir d'hypothèses générales sur la cognition. Ce faisant, on peut isoler des paramètres de l'ordre de la morphologie, sur lesquels peut s'appuyer un traitement automatisé.

Poursuites à donner à ce travail interdisciplinaire :

L'analyse du corpus réalisé dans le cadre de ce projet LS-Colin à l'aide de l'éditeur de partition devrait permettre des avancées significatives sur le plan de la connaissance des rapports entre langage et cognition, et sur celui du fonctionnement de la langue des signes.

- travail sur les primitives non spatiales et leur effet sur l'utilisation de l'espace ;
- listage exhaustif des configurations anaphoriques
- listage des indices de changement d'espace.

Ces premiers résultats sont encourageants, et laissent vraiment entrevoir que notre objectif initial de faire apparaître à l'image la construction de l'espace relationnel est maintenant réalisable.

Annie Risler et Fanch Lejeune

Tout cela incite à penser que ces structures communes à l'ensemble des langues des signes sont plus proches des primitives d'interface cognitivo-sémantique que les structures formelles des langues orales qui en raison d'un fragile équilibre dû à l'unidimensionnalité du canal nécessitent en diachronie, des lissages économiques incessants[1]. Et, de la même manière que l'on ne peut penser les caractéristiques essentielles du triangle à partir des propriétés spécifiques du triangle équilatéral, je pense qu'on ne peut déduire les structures formelles du langage humain à partir de réflexions typologiques pensées à partir des langues orales.
En revanche, les LS constituent un ensemble de langues non marquées□iconiques et non-iconiques, temporelles et spatiales, si ressemblantes entre elles, elles offrent un taux de généralité idéal de même qu'un empan fonctionnel langagier maximal pour s'interroger sur l'être formel du langage humain.

C'est dans cet esprit, que je propose d'opérer un retournement épistémologique concernant la recherche en typologie linguistique. La question, posée à partir de la base concrète des modèles cognitivo-linguistiques à la fois très généraux et structurellement stables que sont les langues des signes, devient alors□qu'entraînent comme mises en forme possibles pour des systèmes linguistiques l'application de contraintes très fortes comme de ne pouvoir recourir ni à un support spatial, ni à des stratégies d'iconicisation du monde et de l'expérience□ On verrait ainsi, dans les structures formelles des langues audio-orales des traces attestées des opérations nécessitées par la mise en jeu de ces contraintes[2]. J'illustrerai mon point de vue à l'aide de quelques exemples□

---

[1] Un collègue mathématicien ayant dit que l'ajout d'une ou plusieurs dimensions contribuait souvent à faciliter la résolution de problèmes, il nous est venu à l'esprit la comparaison suivante : vouloir intégrer les structures formelles des langues des signes dans le moule formel des langues orales serait un peu comme si, à l'heure actuelle, et malgré l'existence de l'avion, on persistait à faire entrer tout problème de déplacement fonctionnel d'un point à un autre dans le cadre structural de la géométrie plane (avec ses ponts, ses tunnels, ses lacets...).

[2] Le seul obstacle à ce raisonnement repose sur le problème du «□hoix□ de l'humanité en faveur de la voie audiophonatoire, puisque seules les communautés de sourds ont développé d'authentiques systèmes linguistiques visuo-gestuels. En fait, les raisons suivantes qui justifient, à elles seules, la prédominance du canal audio-oral parce que□
— il rend possible une communication de nuit (difficilement envisageable gestuellement en l'absence d'une maîtrise du feu),

2.

Je ne nie pas qu'il y ait des points communs entre les configurations manuelles utilisées en grande iconicité -attestées dans toutes les langues des signes étudiées à ce jour- et les classificateurs des langues orales (ne serait-ce que leur valeur de reprise), mais appliquer purement et simplement le terme de classificateur aux langues des signes fait perdre de vue la dynamique propre à ces langues qui consiste à reprendre des éléments thématisés du lexique standard pour les intégrer en tant que formes dans une visée illustrative («comme ça» et je montre en disant). La démarche inverse, partant des langues des signes, permet d'envisager la présence de certains classificateurs dans les langues orales -tout au moins ceux qui, comme en birman, catégorisent les référents selon leur forme ou leur taille-, comme des traces d'opérations cognitives à visée similaire qui, en raison de la nature du canal, ne sont pas reproductibles iconiquement en langue.
En fonction de la quadridimensionnalité des langues des signes, on pourrait s'attendre à un nombre considérable de résolutions formelles attestées. En fait, il n'en est rien : les résolutions formelles qui sont effectivement attestées sont peu nombreuses et, de plus, sont souvent les mêmes d'une langue des signes à l'autre sans qu'il y ait de liens de parenté entre elles. Ainsi, à un niveau supra-lexical, même dans les cas où la dimension figurative n'est pas activée, lorsqu'il s'agit d'un dire sans intention illustrative, un étiquetage sémantique des relations où la distinction sémantique-syntaxe se trouve, en quelque sorte, neutralisée, est suffisant pour rendre compte de la structure formelle de la LSF. J'ai ainsi montré que l'opposition syntaxique ergatif/accusatif ainsi que la notion de sujet (ou d'objet) syntaxique, n'avaient pas de pertinence à être posées en LSF (Cuxac, 2000). Il en va de même pour l'orientation active ou passive du verbe, puisque c'est la direction du mouvement du verbe (tout verbe étant pourvu d'un mouvement), qui change son orientation sémantique, au sens propre comme au sens figuré. L'opposition actif/passif, en quelque sorte neutralisée en raison de la spatialisation des relations actancielles, n'a donc pas de raison d'être. Cela peut sembler dur à concevoir mais, hors de tout contexte actanciel, un verbe comme [INFORMER] est tout autant «informer» qu'«être informé», un verbe comme [INVITER], tout autant «inviter» qu' «être invité». Et, en contexte, les suites [FILLE point GARÇON point INFORMER -avec comme emplacement de départ du mouvement □ «fille» et emplacement d'arrivée du mouvement □ «garçon»] sont tout autant «la fille informe le garçon» que «le garçon est informé par la fille».
La même démarche typologique s'applique aussi au niveau infra-lexical, pour les unités minimales entrant dans la composition des signes standards des différentes langues des signes considérées, abusivement selon mon point de vue, comme des équivalents stricts de phonèmes. Ainsi, le paradigme des configurations des mains attestées dans les différentes langues des signes est-il fortement semblable d'une langue des signes à l'autre. Certes, les éléments sublexicaux les plus facilement réalisables articulatoirement sont aussi ceux dont la saillance perceptive est maximale. Mais cela est insuffisamment convainquant pour rendre compte de tant de similitudes «phonétiques» entre langues des signes. En fait, l'assimilation stricte de ces éléments sublexicaux aux phonèmes des langues orales ou à des matrices de traits distinctifs a pour effet de les vider de leur indéniable valeur morphémique iconique.La présence de telles constantes iconiques forme-sens au sein du lexique standardisé expliquerait la raison pour laquelle les mêmes éléments se retrouvent à peu de choses près dans les différentes langues des signes et pourquoi ils sont peu sensibles à des changements diachroniques d'ordre «phonétique». Par voie de conséquence, une telle analyse (Cuxac, 2000) remet en question l'universalité d'une seconde articulation à caractère nécessairement «phonologique». Imputable à un fort effet de canal et perdant par là même son assignation d'universel langagier, la compositionnalité phonologique peut du même coup faire l'objet de nuances théoriquement recevables en ce qui concerne les langues orales (par exemple, Lüdtke 1969 et Cao 1985, quant à la minimalité structurale de segments purement signifiants excédant la dimension des phonèmes, Arapu 1983, quant à l'existence de schémas morphodynamiques consonantiques structurant le lexique).

— un travail manuel socialement organisé n'est pas incompatible avec le maintien d'une communication orale simultanée,
— la saisie d'un message linguistique gestuel monopolise l'attention visuelle alors que la focalisation de l'audition, de par sa nature omnidirectionnelle, est nettement moindre et permet de libérer, en grande partie, le regard,

2.

À titre d’exemple, la réflexion amorcée autour de la multilinéarité compositionnelle intra signes standards ne concernera, dans la partie qui va suivre, que le paramètre mouvement : la modélisation topologique de la dynamique interne liée au sémantisme du verbe a permis à René Thom (1972, 1980) de présenter sous forme de graphes un paradigme de morphologies actancielles irréductibles. On ne peut qu'être frappé par la ressemblance entre les graphes de ces morphologies élémentaires et la forme du mouvement des signes qui sont leurs équivalents conceptuels en LSF. C'est particulièrement vrai pour la morphologie de capture manifestée en LSF par la fermeture d'une configuration de départ ouverte de la main et que l'on trouve dans des verbes comme [PRENDRE], [ARRACHER], [ATTRAPER], [COMPRENDRE], [APPRENDRE.... une leçon], [SE SITUER (prendre place)], [APPRENDRE UNE NOUVELLE]. Il en va de même, pour la morphologie de bifurcation (émission) manifestée en LSF par l'ouverture d'une configuration de départ fermée de la main que l'on trouve dans des verbes comme [EMETTRE], [CRIER], [DIFFUSER], [INFORMER], [ALLUMER L'ELECTRICITE]. Ainsi, on peut rendre compte de la façon dont, issus du processus d'iconicisation initial, des constants forme-sens élémentaires de type morphémique tels que « ouverture de la paume = émission », « fermeture de la paume = capture » ont permis, en s'associant à une métaphorisation conceptuelle (morphémique, elle aussi) ancrée corporellement (par exemple, morphologie de capture au niveau du crâne = « comprendre »), de stratifier de manière fine le champ complexe de l'expérience socioculturelle. Le point d'achoppement de l'hypothèse de Lakoff (1997) quant à la corporéité comme source d'un processus de métaphorisation conceptuelle, si impressionnante que soit la quantité d'exemples recensés dans différentes langues orales, tient à ce que ce processus repose sur la concaténation d'unités lexicales déjà là. Il y a donc une apparente contradiction à défendre la centralité langagière des métaphores alors même que l'on ne peut poser leur possibilité qu'à partir d'un jeu intervenant secondairement sur des catégorisations non iconiques qui leur préexistent. Certes, l'hypothèse du caractère central des métaphores corporelles n'est pas invalidée pour autant si l'on précise que la dissociation catégorisations-métaphorisations conceptuelles n'est due qu'à un effet de canal et n'implique pas, de ce fait, une hiérarchisation. Mais il n'empêche que « la preuve par les exemples », lorsque ceux-ci portent sur des langues orales où l'iconicité métaphorique opère, par la force des choses, sur des signes non iconiques, sera toujours entachée d'un soupçon de gratuité. En raison de l'iconicité morphémique des paramètres qui interviennent dans la formation des signes standards, on peut alors restituer toute sa centralité au processus de métaphorisation conceptuelle en montrant qu'il est productif dès le niveau même des catégorisations.
Enfin, il n’est pas jusqu’aux termes utilisés en linguistique générale qui ne bénéficient, en quelque sorte par raccroc, d’une légitimation cognitive : ainsi, le procédé qui consiste avant, pendant ou après l’émission d’un signe, à activer une portion d’espace au moyen du regard puis à reprendre ce signe par pointage pour lui assigner le lieu précédemment activé, procédé qui est à la base de toutes les constructions de références spatiales, temporelles et actancielles à venir, est bien, au premier sens du terme, une topicalisation. De même, le procédé qui consiste à partir d’un signe standard (par exemple [CHIEN]) à apporter des informations nouvelles qualifiant sa taille, sa forme, son aspect (transferts de taille et de forme, pseudo transfert personnel), c’est-à-dire à reprendre cet item en en affinant la granularité (Noyau, 1997), est bien une focalisation au sens premier de changement de focale.

Christian Cuxac

6.2.1.1 Par rapport à la problématique de la communication non-verbale...

Si les langues des signes sont à présent des objets incontournables pour s'interroger sur le statut à accorder à la gestuelle conversationnelle (par exemple, Singleton, Goldin-Meadow & McNeill, 1995), leur prise en compte a fait émerger des questionnements épistémiques totalement neufs. Ainsi, les expressions d'émotions, lorsqu'elles caractérisent l'état d'esprit du sujet énonciateur d'une langue orale, sont, selon une vieille tradition, rejetées hors analyse linguistique. En langue des signes, lorsqu'un narrateur sourd raconte une histoire et qu'il « devient » tour à tour, en utilisant les structures de transfert personnel, les différents protagonistes de cette histoire, il « dira » l'état d'esprit de ceux-ci, il « parlera », s'il le veut bien, de leurs émotions, en « convoquant », sur son propre visage, des éléments retenus parmi le paradigme de ses propres expressions faciales. Le fait qu'elles puissent varier en qualité

comme en quantité d'un individu à l'autre n'est pas différent de celui du maniement inégal des phrases complexes en français oral, ou de la connaissance inégale, elle aussi, d'un stock lexical chez deux natifs francophones.
Nul doute que ces expressions du visage, lorsqu'elles caractérisent l'état d'esprit du personnage transféré, s'appliquant sémantiquement aux éléments verbaux du récit, commutables à l'intérieur d'un paradigme, et s'inscrivant donc dans la perspective structurale des deux axes, sont bien, de ce fait, des éléments linguistiques (ils peuvent avoir un statut équivalant, selon le contexte, aux adjectifs ou aux compléments de manière en français).
N'est-il pas alors paradoxal que, lorsque ces mêmes éléments formels interviennent dans une situation dialogique et manifestent l'état d'esprit des partenaires de l'interaction, ils se voient relégués dans le non linguistique ? Comme pour le statut de la gestuelle conversationnelle, proposer une réponse n'entre pas dans les objectifs de ce projet ; il s'agissait en premier lieu de montrer que l'avènement des langues des signes dans le champ de la linguistique générale a permis de renouveler la problématique des frontières entre verbal et non-verbal.

6.2.2 ...et de la cognition.

Relayant les travaux en psychologie cognitive sur la fonction d'imagerie, les études sur les langues des signes invalident l'hypothèse du verbal comme lieu exclusif de l'interprétation sémantique. D'abord, parce que la modalité visuo-gestuelle permet d'intégrer ces représentations imageantes dans la langue. Et, comme ces représentations font pleinement partie, en langue des signes, de la matière énoncée, il n'est pas possible de les considérer comme des options simplement illustratives au service d'un univers « verbal » seul à avoir une dimension sémantique et interprétative.
Notons que cela ne permet pas de trancher entre l'hypothèse a) du double codage (Paivio, 1986), postulant deux voies représentationnelles (verbale, séquentielle, temporelle, discrète, digitale, non-iconique versus imagée, simultanée, spatiale, continue, analogique, iconique, pouvant coïncider point par point avec la perception visuelle) considérées comme deux lieux cognitifs distincts -toutefois interconnectés- où s'élabore la signification et b) les conceptions propositionnelles d'un lieu amodal et abstrait où se construirait le sens à partir du verbal et/ou de l'imagerie, simples supports des représentations (cf. Denis, 1989).
Mais il se peut aussi que cela ne soit pas une bonne manière de poser le problème ou plutôt que le problème s'est posé ainsi par la nature même des expérimentations qui l'ont fait naître. Poser la question des liens potentiels entre types de représentations à partir des langues des signes ouvre à plus de complexité, dans la mesure où les observations portent sur une pragmatique interactionnelle et pas seulement sur des objets ou des activités partiels dont les données sont recueillies artificiellement en laboratoire. On pourrait ainsi parler d'une fonction langagière se fondant dans l'interaction, très intégrative en ce sens qu'elle distribuerait, en les articulant, différents univers représentationnels en fonction de jeux de langage (Wittgenstein, 1961) d'une remarquable diversité.
La linguistique, à étudier ces va-et-vient à travers les jeux de langage qui les motivent dans le vif de discours en train de se construire, c'est-à-dire en portant la recherche non plus sur des représentations idéalisées mais sur des façons de représenter, retrouverait par là même une place de premier plan parmi l'ensemble des sciences cognitives.
On pourra certes mettre en doute la représentativité et donc la validité d'un modèle cognitif construit à partir d'objets linguistiques qui ne concernent directement qu'un millième de la population mondiale. Songeons toutefois à la piètre connaissance que nous aurions de l'appareil psychique humain si nous avions limité nos observations et nos investigations aux états de pleine conscience des gens dits « raisonnables ».

2.

7 Conclusion et perspectives

Comme nous avons souligné, dans le chapitre précédent, les travaux menés au début de cette étude conformément au planning que nous nous étions fixé, ont montré la nécessité réaliser plusieurs étapes préliminaires.

Tout d'abord, le manque de données pouvant supporter l'étude de la LSF nous a amenés à concevoir, organiser et réaliser la constitution d'un corpus de qualité, tant par la diversité des locuteurs et des genres que par la qualité des enregistrements. La constitution de ce corpus est un acquis tout à fait significatif du projet LS-COLIN.

De même, devant le manque d'outils de transcription de la LSF, adaptés à différents type de recherche linguistique et exploitant les possibilités offertes par l'informatique et le traitement de l'image, nous avons décidé d'étudier et de réaliser un éditeur de partition. Sa réalisation actuelle ne représente qu'une première version, dans la mesure où elle n'intègre pas encore tous les opérateurs étudiés dans le cadre du projet, notamment les opérateurs d'analyse d'image. Cependant le travail collectif de conception de cet outil a eu plusieurs retombées tout a fait bénéfiques□il a contribué à préciser les différents niveaux de lecture de la LSF et les paramètres d'analyse associés. Ainsi, les premières analyses du corpus effectuées dans ce cadre méthodologique ont permis de renforcer les hypothèses de départ sur la langue des signes. Enfin il a permis d'établir un langage commun et de faciliter la compréhension entre les linguistes et les informaticiens participants au projet.

Au-delà de ces deux réalisations qui ont constitué l'essentiel des travaux communs des participants, les travaux menés par les linguistes ont permis de renforcer l'idée que les langues des signes et la surdité de naissance constituent des analyseurs privilégies de la faculté de langage, aussi bien par rapport aux langues orales que par rapport à la problématique de la communication non-verbale, mais aussi des analyseurs de la cognition. Plusieurs publications sont venues étayer ce point de vue.

Les échanges linguistes-informaticiens ont été très bénéfiques pour affiner le cadre méthodologique d'analyse de la langue des signes et pour spécifier les fonctionnalités d'un système d'analyse. Les participants n'ayant pas encore pu exploiter l'éditeur de partition, le projet n'a pas encore eu de retombées importantes sur les modèles utilisés par les deux communautés. Cependant, l'intérêt qu'ils ont trouvés dans ce travail commun a conduit les membres du projet à s'impliquer dans une nouvelle action dans le cadre d'une Action Spécifique STIC consacrée à l'interaction gestuelle, où la langue des signes intervient comme analyseur des gestes co-verbaux.

Concernant la langue des signes elle-même, les participants souhaitent vivement poursuivre leur collaboration. Dans un premier temps, le site web du projet (http://ww.irit.fr/LS-COLIN) servira de support aux échanges de résultats et d'analyses. Plusieurs projets sont en cours d'élaboration, consacrés à la communication en langue des signes ou à son écriture ainsi qu'à la transcription de corpus. Il apparaît indispensable que le travail préliminaire qui a été réalisé dans le cadre du projet LS-COLIN soit valorisé et amplifié, en mettant en œuvre la méthodologie qui a été élaborée et en réalisant les outils correspondants. Ces développements pourront s'appuyer sur le savoir faire et la qualité de communication du réseau de chercheurs qui a été constitué au cours de cette action.

2.

LISTE DES PUBLICATIONS DU GROUPE LS-Colin

COURTIN Cyril, SALLANDRE Marie-Anne, 2002 (à paraître), *Conséquences cognitives des transferts en langue des signes,* numéro sur la langue française en langue des signes, revue DIALANG, Université de Rouen

CUXAC Christian, 2003 (à paraître), *« Langue et langage, un apport critique de la langue des Signes française»,* Langue Française février 2003, in Cuxac ed. La langue des signes : statut institutionnel et linguistique.
DALLE Patrice, LENSEIGNE Boris, HUDELOT Céline, 2001, *Apport d'un système d'analyse d'image pour l'étude de la langue des signes,* colloque "Recherches sur la langue des Signes" Toulouse 23-24 novembre 2001.

FUSELIER SOUZA Ivanie, 2001, *La construction de références temporelles dans les langes des Signes Primaires (LSP) pratiquées par les sourds vivant exclusivement en entourage entendant,* colloque "Recherches sur la langue des Signes" Toulouse 23-24 novembre 2001.

Equipe LS-COLIN, rédaction collective, *Projet LS-COLIN. Quel outil de notation pour quelle analyse de la LS ?,* colloque "Recherches sur la langue des Signes" Toulouse 23-24 novembre 2001, colloque "Recherches sur la langue des Signes" Toulouse 23-24 novembre 2001.

RISLER Annie, LEJEUNE Fanch, 2001, C*onfigurations manuelles pronominales en langue des Signes française : essai de classification,* colloque "Recherches sur la langue des Signes" Toulouse 23-24 novembre 2001.

SALLANDRE Marie-Anne, 2002, *Towards Iconic Structures in French Sign Language,* Poster présenté au colloque international Deaf Way II, Université de Gallaudet, Washington, D.C., 9-13 juillet 2002.

SALLANDRE Marie-Anne, 2002, *LS-Colin Project, sign language : remarkable analyzer of human faculty of language ; crossing contributions of linguistic, cognitive and computer studies concerning iconicity and the use of space,* Poster présenté au colloque international Deaf Way II, Université de Gallaudet, Washington, D.C., 9-13 juillet 2002.

Présentation collective à l'UMR 7023, 24 juin 2002,*Un outil d'annotation pour les LS, le projet LS COLIN*, Christian Cuxac (UP8), Marie-Anne Sallandre (UP8), Patrice Dalle (IRIT).

Présentation au Colloque international « Technologie et Handicap » du DESS Handi Université Paris 8 - 3-4 octobre 2002, *Elaboration d'un outil d'annotation et d'analyse de la LSF (édition de partition et traitement d'images), Action Cognitique 2000, projet LS-COLIN.* Christian Cuxac (UP8), Marie-Anne Sallandre (UP8), Christophe Collet (CNRS-LIMSI), Patrice Dalle (IRIT).

Site internet du projet LS-Colin : http://www.irit.fr/LS-COLIN

2.

BIBLIOGRAPHIE

Arapu, D. 1983. Un constant forme-sens : à partir de "couper" en arabe. In *Typologie linguistique*, 33-62. Journée d'Etudes n° 5, A. Cartier (ed.), UFR de Linguistique Générale et Appliquée, Université René Descartes, Paris.

Cao, X. H. 1985. Phonologie et linéarité : réflexions critiques sur les postulats de la phonologie contemporaine. SELAF, Paris.

Cuxac, C. 1996. *Fonctions et structures de l'iconicité des langues des signes*, Thèse de Doctorat d'État, Université Paris V.

Cuxac, C. 2000. La langue des signes française (LSF) ; les voies de l'iconicité, Faits de Langues 15/16, Ophrys, Paris.

Denis, M. 1989. *Image et cognition*. PUF, Paris.

Fusellier-Souza, I., 2001. La création gestuelle des individus sourds isolés. De l'Édification conceptuelle et linguistique à la sémiogènese des langues des signes. In *A.I.L.E.* 15. p. 61-96. Paris.

Goldin-Meadow, S. & Mylander C. 1998. Spontaneous sign systems created by deaf children in two cultures, 279-281. In *Nature* 391: 666.

Lakoff, G. 1997. Les universaux de la pensée métaphorique : variations dans l'expression linguistique. In C. Fuchs & S. Robert (eds.), *Diversité des langues et représentations cognitives*, 165-181. Ophrys, Paris.

Lüdtke, H. 1969. Die Alphabet Schrift und das Problem der Lautsegmentierung. *Phonetica* n° 20, 147-176.

Paivio, A. 1986. *Mental Representations : A Dual Coding Approach*. Oxford University Press, New York.

Sallandre M.-A. 2001. *Va-et-vient de l'iconicité en Langue des Signes Française*, A.I.L.E.
(Acquisition et Interaction en Langue Etrangère) n°15, Les Langues des Signes une perspective sémiogénétique, pp. 37-59.

Singleton, J. L., Goldin-Meadow, S. & D. McNeill 1995. The cataclysmic break between gesticulation and sign : Evidence against a unified continuum of gestural communication. In K. Emmorey & J. S. Reilly (eds.), *Language, gesture and space*, 287-311. Erlbaum, Hillsdale.

Thom, R. 1972. *Stabilité structurelle et morphogenèse*. Ediscience, Paris.

Thom, R. 1980. *Sur la typologie des langues naturelles : essai d'interprétation psycholinguistique*. In *Modèles mathématiques de la morphogenèse*, 243-259. C. Bourgois, Paris.

Wittgenstein, L. 1961. *Investigations philosophiques*. Gallimard, Paris.

Yau, SC. 1992. *Création Gestuelle et début du Langage - Création de langues gestuelles chez les sourds isolés*. Éditions Langages Croisés, Hong Kong.

2.

ANNEXES

2.

A. Fiche d'engagement du signeur

FICHE D'ENGAGEMENT DE SIGNEUR

Le (la) soussigné(e) :

Nom, Prénom : ……………………………………………………………
adresse : ………………………………………………………………….
E-mail et/ou FAX : ……………………………………………
accepte d'être filmé(e) dans le cadre du projet de recherches décrit ci-dessous.

Projet de recherches :

LS-COLIN financé par le Ministère de l a recherche dans son programme Cognitique 2000 dont le propos est l'analyse de la Langue des Signes.

Droits des parties :

Les Droits de fixation, reproduction, communication et exploitation des images recueillies sont fixés aux termes de l'article L 212.3 du code de la propriété intellectuelle.
Le (La) soussigné(e) cède gratuitement ses droits sur la totalité des images enregistrées lors de sa prestation, fixées sur quelque support que ce soit (cassette vidéo, CD-ROM, ou mémoire d'ordinateur par exemple).
Cette session comprend également les droits :

- de reproduction et de modification des images recueillies en tout ou partie, par quelque moyen que ce soit;
- de communication au public à de s fins d'enseignement, de démonstration, d'explications, en tout ou en partie, par quelque moyen que ce soit, et en toute circonstance;
- d'exploitation de ces images à des fins de recherches, sans aucune restriction sur la durée de l'exploitation, ni sur le territoire d'exploitation (droits d'exploitation pour tout pays).

Fait à ………..…… le …………..

Signature (précédée de la mention « lu et approuvé »)

2.

B. Tableau de synthèse les productions en LSF du corpus LS-Colin

M.A. Sallandre – 2002

TABLEAU DE SYNTHESE : LES PRODUCTIONS EN LSF DU CORPUS LS-COLIN

PRODUCTIONS _ LOCUTEURS _	Histoire du cheval n°1	Histoire de l'oiseau	Euro	Evénements du 11 septembre	Recette de cuisine	Linguistique	Histoire du cheval n°2	TOTAL
1. **Khadra**	X X	X X	X X	0	X	X	X	**9**
2. **Stéphanie**	X	X	0	X	X	X	X	**6**
3. **Josette**	X	X	X	X	X	0	X	**6**
4. **Laurent**	X	X	X	X	X	0	X	**6**
5. **Nasréddine**	X	X	0	X	X	0	X	**5**
6. **Anthony**	X	X	X	X	X	0	X	**6**
7. **Nicolas**	X	X	0	X X	X	X	X	**7**
8. **Frédéric**	X	X	X	X X	X	X	X	**8**
9. **Victor**	X X	X	X	0	X	X	X	**7**
10. **Christelle**	X	X	X	0	X	X	X X	**7**
11. **Juliette**	X	X	X	X + Usine AZF X	X	0	X	**7**
12. Henri	X X	X	0	X X	X	X	X	**8**
13. **Philippe**	X X	X X	X	X	X	0	X	**8**
TOTAL	**17**	**15**	**10**	**13 (+ 1)**	**13**	**7**	**14**	**90**

C. Tableau de synthèse les productions du corpus LSP et LIBRAS

Ivani Fusellier-Souza
LS-COLIN – corpus LSP et LIBRAS : tableau synthèse

Locuteurs	Langue	Productions							TOTAL
		Histoire du cheval	*Histoire de l'oiseau*	*Le hamac*	*Le taureau berné*	*Description d'image*	*Description d'animaux*	*Récits de vie*	
1. Ana Maria	LSP	02	04	01	01	15	48	30	**101**
2. Josenildo	LSP	-	-	-	-	06	40	27	**73**
3. Ivaldo	LSP	01	01	01	01	13	43	32	**92**
4. Interaction entre Ivaldo et Clésio	LSP et LIBRAS	-	02	-	-	-	-	47	**49**
5. Rogério	LIBRAS	01	-	-	-	-	-	-	**01**
6. Liliane	LIBRAS	-	-	-	01	-	-	-	**01**
7. Clésio	LIBRAS	-	-	01	-	-	-	-	**01**
8. César	LIBRAS	02	01	01	01	-	-	-	**05**
9. Fabricia	LIBRAS	01	01	01	01	-	-	-	**04**
10. Glaucia	LIBRAS	01	01	01	01	-	-	-	**04**
11. Nelson	LIBRAS	01	-	-	-	-	-	-	**01**
12. Eduardo (frère entendant)	LSP	01	-	-	01	-	-	-	**02**
	TOTAL	**10**	**10**	**06**	**07**	**34**	**131**	**136**	**334**